Saskatchewan
Research Council

CAD/CAM

MANAGEMENT IN CRISIS:

Implementing
Computer Integrated Manufacturing
in Canada

Canada

87-01326/

MANAGEMENT IN CRISIS:

Implementing Computer Integrated Manufacturing in Canada

A Report by

The Canadian CAD/CAM Council

For the Advancement of Computer Integrated Manufacturing

Produced in Cooperation With

The School of Business Administration
University of Western Ontario

And Supported By

The Saskatchewan Research Council

July 1986

P.U.2855

© Minister of Supply and Services Canada 1986

Cat. No. C2-102/1986E

ISBN 0-662-15150-X

TABLE OF CONTENTS

		Page
INTRODUCTION		i
EXECUTIVE OVERVIEW		ii
1. THE STRATEGIC IMPLICATIONS OF CIM	Rebuilding Manufacturing From the Top Down	1
	Reversing a Historical Trend	2
	Strategic Automation	2
	Commitment From the Top	3
	Today's Reality	4
	Management's Most Pressing Problem	5
	The Price of Delay	6
2. RE-TOOLING MANAGEMENT	Educating for Sweeping Changes	8
	Process Research Neglected	9
	The New Workplace	9
	The New Manager	10
	The New Education	11
	Opportunities for Education	12
3. ASSESSING THE PAYOFFS	A Look Beyond the Productivity Gains	14
	Non-Quantifiables Important	14
	Dangers of the Profit Centre	15
4. AFFORDING THE PAYOFFS	Finding the Real Cost to Produce	17
	Improve the Existing Capacity	18
	Invest in the Future	18
	Methods and Style Count, Too	19
5. THE FIRST STEPS	Setting Course With the New Technologies	20
6. CIM AS A NATIONAL ISSUE	CIM in the Context of Free Trade And Other Issues	21
	Bottom Line is Social Cost	21
	The Job Creation Lag	22
	Focus on Traditional Sectors	23
	Costs to Re-Train	24
7. ANSWERING THE ALARM	Governments as Catalysts	26
	Smaller Firms Hit Hardest	26
	Upgrade or Fade	27
8. SUMMARY AND CONCLUSIONS	Retreading a Nation	28
APPENDIX A	Workshop Participants	36
APPENDIX B	CAD/CAM Council Members	39
APPENDIX C	Tabled Papers and References	40

INTRODUCTION

Management in Crisis

This report "Management in Crisis" was developed from a two day Workshop held February 13 and 14, 1986, in conjunction with the Canadian CAD/CAM Council and the School of Business Administration at the University of Western Ontario.

The session brought together members of the CAD/CAM Council, who normally donate their time and knowledge to the Council activities, leaders from Canada's business community, the School of Business Administration and other invited participants. Most participants presented papers at the Workshop which generated debate and formed an overview of expert knowledge. The discussions were also supported by supplementary background papers solicited from other Canadian and American sources.

Preparation of this report was funded by the Saskatchewan Research Council in the interests of creating a greater awareness among Canadians for the strategic national and corporate importance of Computer Integrated Manufacturing.

THE CANADIAN CAD/CAM COUNCIL FOR THE ADVANCEMENT OF COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING

The CAD/CAM Council's 1980 and 1983 reports, "Strategy for Survival" and "Closing the Gap", were addressed equally to government, industry and educational institutions. While this new 1986 report will be of interest to all three groups, it is primarily addressed to industrial executives and managers.

The additional 1983 report "Education for the Wave of Change", examined the demands and requirements of education change initiated by CAD/CAM at three levels: university, technical college and in-plant training. A substantial infrastructure exists for the first two. Universities and technical colleges across Canada have already begun the process of incorporating CAD/CAM education into their curricula in a substantial manner.

In the new report, "Management in Crisis", attention is focused on the third area related to in-plant training and the existing workforce, for which there is less infrastructure in place. Special attention has been given to the educational needs of managers and technical personnel. The CAD/CAM Council considers this area most deserving of attention and constructive action in Canada at the present time.

The problems besetting and retarding the adoption of computer integrated manufacturing in Canadian industry stem from, and are part of, our view and treatment of technology as a whole. It is essential to find solutions and adapt in time to meet the competitive challenge.

EXECUTIVE OVERVIEW

Highlights

The "have" nations of the next century will be those who sense the urgency to automate and spur their industries to action. Past industrial success holds no guarantees for the future in this high-stakes battle. Tomorrow is up for grabs.

Factory automation is known today as computer integrated manufacturing, or CIM. There is widespread consensus, supported by mounting evidence, that CIM represents a major change in the traditional methods and management approaches to manufacturing.

CIM is not a single technology. It is a philosophy and a direction for industrial enterprises, affecting the whole company. It is achieved only in a series of stages as an evolution. The important thing is to get started, at the right time, and before it is too late.

As the factory of the future unfolds it will be as routine and inexpensive to make one-off as to make 100 by todays batch operations. This is the economic battleground where the war is heating up.

Strategic planning for CIM must be corporate wide, led by the Chief Executive Officer, the Board, and all top management. Manufacturing as a strategic tool has for too long been overlooked as an area for competitive advantage. Design, distribution, marketing, financing, and take-overs have been the usual strategic elements in the manufacturing industry.

The driving force behind CIM is the rapid growth of computers and microprocessors. These are the tools which permit numerical control machining, computer aided design, process sensing and control, reproducibility, quality control, and flexibility in changing methods or products.

However, although these computer tools are highly technical in nature, the obstacles to implementation are in large measure managerial rather than technological. There will be a new workplace, with new managers, requiring a large and novel approach to re-training of the workforce. While Universities and Colleges are already beginning to train for CIM, industrial training has yet to gain the same attention. If just 1/10 of Canada's two million manufacturing workforce spent a small 5 percent of their time in re-training the result will require 10,000 person years at an annual cost of $300-400 million. These re-training costs are in addition to capital costs for new equipment. Thus the overall management task is formidable.

Assessing the pay-offs for the effort, and the expense of implementing CIM is itself a trip into poorly mapped territory. Granted that CIM is the route to survival, there is nevertheless a need to manage the change, find the financing, measure its success, and make shrewd choices at the right time. The financial lending institutions and business accounting managers have not yet developed standard means of projecting long term gains from CIM investment. Their measurements from the past deal primarily with short term pay-offs and tend to discourage management from taking the necessary steps. "Profit Centres" are popular management and financial tools in manufacturing organizations but this concept too will have to be re-assessed when considering the corporate wide impact of integrated manufacturing. A first step in strategic planning for the implementation of CIM should focus on finding the real costs of manufacturing and improving the existing capacity.

Government has a role to play and a responsibility to the nation to give positive leadership in bringing about an orderly renaissance of domestic manufacturing. Smaller firms will be hardest hit by the changes and Government can ease the transition with information, training, feasibility studies, export assistance, and even financial support in some cases.

Computer integrated manufacturing becomes a national issue. In the context of Free Trade negotiations and the Macdonald Commission there is a real danger that the weak level of Canadian manufacturing technology may have been overlooked and only the traditional capacity is being considered.

The bottom line of CIM nationally is the social cost. Whereas the lag between the size of the labour force and the numbers actually employed is commonly called "un-employment", the other measurement is the number of years that industry is behind schedule in the economic and social goals of job creation. Canada presently spends $10 billion per year on unemployment insurance. Without increased manufacturing competitiveness internationally, this cost will only become greater, not to mention the social consequences. Thus management must be encouraged to be bold and success oriented in adopting the new strategies implicit in computer integrated manufacturing.

In summary this report emphasizes:

1. CIM is not a single technology. It is a philosophy and a direction, affecting the whole company. The world's largest and most powerful corporations could not implement CIM in a single project even if they wanted to.

2. Choosing the time for the implementation of CIM is a critical management decision. Delay, however, can also incur a loss of competitiveness and declining sales. It may cost something to be early but it can cost a lot more to be last. How much and when are the critical management decisions. The important thing is to get started, at the right time and before it's too late.

3. The benefits and effects of CIM are widespread within a company. The involvement of the chief executive officer and that person's commitment are essential to the strategic planning necessary for CIM. This is vital because CIM involves strategic decisions affecting many divisions of the company: particularly marketing, engineering and manufacturing. This makes CIM different from traditional investments because expenditures in one division may be required to yield savings in another.

4. The total development and application of new technology such as CIM can be enhanced by paying close attention to the management of both the developing and adopting process. To encourage Canadian adoption of a new technology, the needs and interrelationships of both vendors and users must be considered.

5. Canadian manufacturing companies normally rely heavily on vendors as a prime source of information concerning new technologies. However, in many instances vendors can no longer afford to carry the high burden and sales expense of educating their customers on CIM.

6. A large and growing need for company or in-plant training is foreseen, first for managers and technical personnel, later for operational personnel. A large number of persons are involved and new media must be found to counter this shortcoming in a timely and economical manner. Unlike the education of university and technical college students, which has a substantial infrastructure in place, there is relatively little established infrastructure to address the need for retraining those already employed.

7. Knowing how to undertake the financial analysis and justification for CIM is a problem. Most company accounting procedures for financial justifications, return on investment, cash flow analysis, and other ratios are structured to recognize savings from reduction in labour content. But direct labour costs are often only a small part of the total product costs. New procedural methods and thinking are needed to recognize the benefits of CIM which are often system and overhead related.

8. While it appears to have escaped significant or serious consideration to date, the readiness of Canadian industry to adopt the most modern manufacturing methods such as CIM may be a determining factor to successfully compete in a free trade environment with stronger and better positioned competitors.

9. It is difficult to determine the extent financing plays in limiting CAD/CAM and CIM applications. The CAD/CAM Council generally believes that it will become a more serious constraint in the future after the elimination of other constraints such as awareness, strategic planning and evaluation by senior management.

10. It is the application of CIM and other advanced technologies, across all the traditional sectors of the economy, which will really yield the maximum employment gain in the long run.

11. The process of job creation has been working consistently for many years but lags in technology transfer, diffusion and adoption may be one negative factor in this process. Recognizing this, and the role of technology diffusion, could be a substantial factor in reducing the social cost of unemployment, which is approximately $10 billion annually for unemployment insurance payments alone. Effective technology development, transfer and diffusion may be worth more than has been realized.

CHAPTER 1

THE STRATEGIC IMPLICATIONS OF CIM

Rebuilding Manufacturing from the Top Down

If manufacturing disappears in Canada -- and the nation is forced to rely solely on the service sector -- will we somehow manage to maintain our high standard of living? Not likely!

Canadian manufacturing finds itself today in a crisis. Its power to compete industrially in many areas is weakening. Yet somehow as industry after industry becomes endangered, there seems to be a national complacency. If manufacturing disappears in Canada -- and the nation is forced to rely solely on the service sector -- will we somehow manage to maintain our high standard of living? Not likely!

All industrial nations have been caught up in a swift and profound transformation of their economies that is shifting the employment base from the production of goods to the provision of services. In addition, manufacturing itself is changing. The manufacturing activities that remain in the future will be radically different than the traditional goods-producing industries of the past.

Whether we realize it or not, Canadian industry in the 1980s is competing for its survival. The country is facing determined, powerful, and aggressive competitors -- both in the international marketplace and at home. Their main weapon is a form of manufacturing which is cheaper, more efficient, more productive and in many cases more capable of producing higher quality goods than our own factories. If Canada wants to continue to be an industrial nation, we have to address quickly this reality.

Over the next decade, the battle will be won with robotics, computers and high-level automation. On the surface it may appear that Canadian manufacturers are moving in this direction but in general they have fallen gravely behind in adopting advanced manufacturing technology compared to countries such as Japan and West Germany.

How can it be that the nation that spawned digital telephone switching and the electron microscope cannot build a single VCR? Yet Toshiba's automated assembly line in Japan with eight employees puts out 300,000 VCRs a month, many destined for Canada? The answer is not technological as much as attitudinal.

Reversing a Historical Trend

Manufacturing must be recognized as a strategic element in the quest for survival.

Other nations have used advanced manufacturing technologies as strategic means to increase market share. Yet Canadian industry tends to view the new manufacturing technologies in a more tactical sense, mainly as a way to shed direct labour even though labour costs in manufacturing typically accounts for only some 10 per cent of total costs. Taken from this narrow viewpoint, it is easy to understand why many appropriations for automated equipment fail to receive approval from senior ranks.

A paper by Arthur D. Little Inc. on the strategic benefits of CIM notes that one of the most interesting aspects of integrated manufacturing is its ability to reconcile the traditional conflicts and incompatible objectives that cause tension between manufacturing and marketing. Manufacturing seeks long runs, stable schedules, low inventories and low manufacturing costs. Marketing wants a high degree of product variations and flexibility, availability and quality. Yet, as many Japanese companies have shown, CIM makes these traditionally disparate objectives compatible. High quality and flexibility are no longer synonymous with higher costs.

Manufacturing must be recognized as a strategic element in the quest for survival. Too often senior management devote their strategic creative thinking to product design, marketing, and finance while leaving the manufacturing operations to specialists, yet the heart of success of the foreign competitor is usually manufacturing superiority.

One study mission of Canadian manufacturers to Japan recently identified the four key ingredients to manufacturing success simply as: attitudes, attention to detail, team work and the application of the most appropriate manufacturing methods. These ingredients are well within the reach of virtually every manufacturer in Canada. However, Canadian business today is only making small, short-term adjustments.

Strategic Automation

Unlike traditional applications of computers in business, CIM's strategic nature requires a direct and ongoing involvement of top management in the process.

Using the computer as an adjunct to business and using the computer to integrate a business are two vastly different worlds. The computer

integrated environment is a strategic tool to increase competitiveness that affects the whole organization. It integrates the entire production process from design, through manufacturing and distribution. In planning and material control, for example, it changes the emphasis from batch to flow control, making a typical batch processing operation look more like a chemical plant or steel mill.

Unlike traditional applications of computers in business, CIM's strategic nature requires a direct and ongoing involvement of top management in the process. No longer can manufacturing and production be considered as an isolated -- and relatively unimportant -- black box.

Just what is CIM? There are a variety of definitions. One is simply using computer technology to remove traditional error-prone human interfaces. Another defines CIM as automating and improving manufacturing data flows. Whatever definition is accepted, CIM is not a single technology but more a philosophy and direction affecting the whole company.

The strategic approach, however, usually starts with two fundamental questions: "How can we compete more effectively?" and "How can we change the basis of competition to our advantage?"

Commitment From the Top

Since CIM involves at least a re-thinking of the business organization, it is clear that top management must be knowledgeably involved. For example, in some companies the composition of the board of directors may need to be modified explicitly to include members versed in automation and robotics.

Companies have too often treated manufacturing decisions on an ad hoc basis where technology has been the domain of the production department.

Boards and executive groups will find themselves having to understand automation in terms of strategy for both their firm and for society. Recognition will have to be given to developing a social strategy. In larger organizations, their planning and decision-making will usually depend on internally generated reports from trusted sources. In small and medium-sized companies they are more frequently influenced directly by information sources external to the organization.

Companies have too often treated manufacturing decisions on an ad hoc basis where technology has been the domain of the production department. The technology issues in turn are usually subverted to accounting and financial issues. This reactive approach, which is found frequently in companies, leaves the initiative for investing in CIM with technical departments. Requests for investments in computers, equipment or software packages, demands

for new staff and proposals for new systems typically originate from people and departments closest to actual operations. These requests move up the organization and follow the company's standard procedures for capital and personnel budgeting.

CIM shifts the technology decision-making to the top. The job now becomes, "How do you get more than a handful of executives to view productivity as a strategic issue?" How can productivity be given the same corporate prominence as product, price and profits? How can an organization's environment be established that generates ongoing improvement in the manufacturing areas that are broad-based and self-sustaining? It calls for both a new way of doing business and a re-organization to manage that new way of doing business. Otherwise the business is saddled with the worst of both worlds -- confusion and conflicting methods.

Today's Reality

The automatic robotized factory began in earnest about 7 years ago. Today, one of the most publicized automatic factories is the Fanuc Works in Japan where automatic transporters, robots and computer directed machines work around the clock with a minimum of workers. In this Fanuc motor factory of 160,000 square feet, 60 workers and 101 robots and a number of automatic transport carts make 40 different types of motors for a total of 10,000 motors per month. The machining section works 24 hours a day, and the assembly section works 8 hours a day. Fujitsu has a factory outside Tokyo where 100 people oversee robots making other robots -- 100 a month, in fact.

The big North American robot users are the automotive industry firms, General Motors, Ford and Chrysler, plus General Electric, and IBM. Though 80 per cent of the development in robotics has been done in the US, that country currently has only 20 per cent of the applications.

Factory automation has become big business which is attracting growing interest.

Perhaps over-optimistically, the U.S. National Bureau of Standards has been quoted as forecasting that 90 per cent of all industrial inspection activities in the U.S. will be done by robot vision rather than by human vision before 1994. One of Canada's most widely-publicized robot installations is the Chrysler plant in Windsor.

Of the factory automation tools, computer aided design and manufacturing (CAD/CAM) is probably the most widespread. One survey of Canadian industry found 25 per cent of 285 respondents using some form of CAD/CAM technology with 20 per cent actively considering its use. Canada's CAD market was $155 million last year. If we can compare with U.S. growth rates, the industry is entering a 25 per cent annual growth rate, down from the previous 40 per cent annual figure.

The Society of Manufacturing Engineers (SME) estimates that spending in North America on factory automation could reach $40 billion by 1995, although other industry estimates place the total close to $100 billion. Current spending is estimated in the range of $11-25 billion. Factory automation has become big business which is attracting growing interest. The 1985 Autofact Conference and Exhibition in Detroit attracted more than 33,000 attendees, setting a record for Cobo Hall, even exceeding the 1980 Republican Convention. By comparison, a predecessor event a decade earlier attracted some 150 persons, of which one or two were Canadians.

Flexible Manufacturing Systems, which occupy the level below CIM on the automation hierarchy, are sill relatively rare. According to an article in Issues in Science and Technology in 1984 there were an estimated 20 to 30 such systems in use in the U.S., about the same number in Japan, and about 20 each in Western and Eastern Europe. Figures from the United Nations place the total even higher.

Management's Most Pressing Problem

Managers must clearly realize that the introduction of automation is a major educational challenge to any manufacturing organization.

One of the first steps in cultivating the proper attitude for the adoption of CIM rests in changing the attitude of many managers. Managers have to be dynamic risk-takers. They have to take a greater initiative in selling to international markets and learning how to manufacture for these markets. CIM then becomes the tool to achieve these strategies.

Industrial managers will need to develop this mindset over the next decade if they are to successfully integrate automated systems into their company. While the widespread use of Computer Integrated Manufacturing systems and Flexible Manufacturing Systems probably are 10-15 years away, managers should now be making themselves aware of the concepts and laying the groundwork to adopt appropriate technologies that will move them in this direction.

Managers must clearly realize that the introduction of automation is a major educational challenge to any manufacturing organization. It requires learning new structures to accommodate a smaller number of workers with broader job responsibilities and different skill requirements. There will be altered roles, relationships and rewards for managers, supervisors and operators. There will be a premium placed on how fast one can learn and use the new knowledge. At the same time strong interpersonal skills will be needed to deal with a more sophisticated worker.

Even though technology such as CAD/CAM is suitable for small operations, it is large firms that adopt the new technologies first.

Managers will be required to do their jobs with fewer employees and vastly more flexible machines. Short, but manageable leads times and small inventories will be the norm. There will be fewer operations staff and more technical support staff.

In turn, engineers and technical staff must be developed who can deal with a technology which is complex and which is changing rapidly. Unlike the past, when a mechanically inclined person could master the most complex aspects of manufacturing, companies in the future will have only a very small pool of engineers who are capable of understanding the new sophisticated machinery, software, and methods which comprise the computer integrated manufacturing operation. Creating this type of staff will be a burden for smaller and medium-sized manufacturers who may not have the resources to tackle this problem in-house.

Even though technology such as CAD/CAM is suitable for small operations, it is large firms that adopt the new technologies first. For one reason they are the ones who get attention from suppliers. Perhaps their parent firm or non-competitive supplier gave them an early opportunity to examine the technology or maybe they used their own resources to carry out a study to investigate automation. In any event they tend to be first.

The Price of Delay

Firms that wait until the new technology has "proven" itself are ignoring the technology learning curve.

Doing nothing is more dangerous than it used to be. That's one of the lessons from the demise of smokestack America, the massive monument to not investing early enough in technological change.

A wait and see attitude can put a company years behind.

Firms that wait until the new technology has "proven" itself are ignoring the technology learning curve. Waiting does not radically alter the curve's shape or lower the cost to master it. It is not uncommon for learning costs to increase total system costs even though the hardware component of the system decreases. Knowledge in the world of CIM has concrete value.

The key is that CIM for any organization comes under a philosophy of timing. If a firm waits, hardware will be cheaper but total costs will be the same or higher because of rising analysis and software costs. Do something, even though funds may be limited. Do something, as early as possible, in order to have some experience when full funding is available. A wait and see attitude can put a company years behind.

CHAPTER 2

RETOOLING MANAGEMENT

Educating for Sweeping Changes

"My company is too small," "Automation doesn't apply," "We can't justify the cost," or "We won't be able to find trained personnel."

The editorialist who reported these familiar excuses concluded that "Canadian managers are cautious, reluctant to try something new or to push for an idea even when they recognize the benefits."

> Under less pressing circumstances, business could wait for the next generation of managers.

This observation flags the manager's dilemma. The sweep and scope of technological change centres quickly and directly on the manager. While there is an urgency for Canadian companies to adopt the new technology, managers first have to learn a whole new set of responses to manufacturing problems.

They have to learn to think in terms of the new manufacturing technologies and methods. Then, in some cases, management must follow through with a modification of the entire business to take best economic advantage from the new technology. But unless both the attitude of the manager and the organization of its business and manufacturing procedures are changed, the business absorbs the double penalty of grafting the expense of the new technology onto the expense of doing things the old way.

Under less pressing circumstances, business could wait for the next generation of managers. But industry can't afford the 10-15 years for juniors to learn the business. Industry will therefore need to undertake a large scale, almost massive, retraining of existing managers and senior executives.

To overcome problems of this degree, both individuals and companies will need to take major responsibility for the development of their personnel. It requires rethinking the entire concept of training. The goal is to achieve a level of manufacturing systems understanding similar to that which has emerged in Germany and Japan. There, firms encourage extensive training in the context of relentless improvements in the manufacturing process with a view of using product quality to improve market share. Interestingly, well-run factories in both countries have strong similarities, even though each society differs.

Process Research Neglected

For too long corporate board level attention in manufacturing has focused on analytical detachment over hands-on experience. The competitive edge that comes from manufacturing efficiency depends largely on the quality and amount of process research and development in each manufacturing organization. Yet R&D expenditures in Canada, which are far below that of our major trading partners, are only directed in minuscule amounts to process research in manufacturing.

Should this happen after 20 years of CIM, with thousands of plants involved, the consequences would be disastrous.

This widespread neglect in attention to things that make the shop more competitive has been aggravated by a corporate culture which favors short-term results over long-term investments in technological resources.

So far, we've barely made a dent, in even one important Canadian industry. Underscoring their need for computer and control systems personnel, the Canadian Pulp and Paper Association did a study in 1982 on computer-related courses in Canadian universities for engineering and computer science students because the industry had experienced difficulty with the supply of personnel to develop and operate computer control systems. There are about 150 mills in Canada and mill-wide control systems are being considered for competitive reasons. Yet, after some 20 years of this technology applications, the survey was able only to identify 25 engineers in Canada with systems knowledge and experience in physical process, control technology, computer technology and sensors and instrumentation. Should this happen after 20 years of CIM, with thousands of plants involved, the consequences would be disastrous.

In manufacturing, 75 per cent of tool and die makers are over 50 years old. Unless technology plays a major role in this trade, industries dependent on dies are short-lived since immigration will simply no longer solve the shortfall. Our only answer today is to find a way to produce without tool and die makers.

The New Workplace

The new manufacturing technologies place a premium on the ability to learn quickly rather than on utilization of previously acquired knowledge. Analytical and conceptual skills dominate. Since these are primarily associated with those educated at the university and college level, this group will be more and more essential in manufacturing work.

CIM will create more highly-skilled and flexible jobs in areas such as training, planning, troubleshooting, preventive maintenance plus software and hardware specialists.

Middle management is a partially expendable commodity of the new factory. Tasks will be reorganized. Operators and programmers overseeing expensive equipment will have increasing responsibility for decisions which involve equipment, the quality of products, and even design changes, all roles of today's middle manager. This will place upper-level managers in ongoing direct contact with well-educated, highly-skilled workers capable of independent thinking and critical analysis rather than traditional middle managers.

An increasing number of the remaining managers will perform staff, not line, functions and be highly dependent on integrated databases as the system and management place more importance on data.

Through a process of upgrading some skills and downgrading others, the middle level of all jobs may be substantially eroded. Some lower-skilled jobs will disappear. CIM will reduce the need for low-level expediters, warehouse attendants, materials handlers and machine operators. On the other hand, CIM will create more highly-skilled and flexible jobs in areas such as training, planning, troubleshooting, preventive maintenance plus software and hardware specialists. Many people can expect perhaps five complete career changes in their lifetime. These highly trained and skilled employees will also become less expendable during periods of economic downturn simply because of the training costs involved to replace them.

The New Manager

Many Canadian managers are the product of business administration schools which in the past have emphasized making money mainly with new products while neglecting the competitive benefits of the application of new manufacturing technology.

Many Canadian managers are the product of business administration schools which in the past have emphasized making money mainly with new products while neglecting the competitive benefits of the application of new manufacturing technology to make existing products more competitive.

In Japan, potential managers typically begin their careers with a year or so in relatively low-level occupations. Their direct exposure to the technology tends to make them less optimistic about the future than their Canadian

counterparts. They have a more intrinsic understanding of process technologies, the potential opportunity in technology and an understanding of what is involved.

The ideal engineers and managers for CIM will be expected to demonstrate skills beyond those commonly associated with good managers. They obviously will have to understand the new industrial technologies and how they strategically affect their industry and their company. They must respond to problems from a system's approach, not from an single-element viewpoint.

The New Education

In-house education has many attractive features in dealing with computer-based automation.

Acquiring the new skills to understand, implement and sustain CIM is predicted to take place through cyclical patterns of re-education and re-training which replace the traditional process of formal school and some on-the-job training.

Obviously, this type of human resource planning will require close cooperation between manufacturers and educational and training institutions, all relevant associations, the research community and governments. However, at least in the short term, manufacturers themselves should be prepared to shoulder much of the re-education role through in-house training programs.

In-house education has many attractive features in dealing with preparing for computer-based automation. Sessions are economical because they eliminate the costs for lodging, meals and travel. They are convenient because they can be held at dates, times and locations most convenient to ongoing operations. The multi-disciplined nature of CIM can be reflected by drawing on a diversity of guest lecturers from various areas of the company. Information can be tailored to the breadth and depth required using company equipment. The barriers are removed for discussing proprietary information.

Three basics identified for successful in-house programs are a carefully developed curriculum, knowledgeable instructors and a student feedback mechanism. Developing in-plant instructors, according to one observer, would not be difficult. In wartime -- and CIM in effect is the battleground of an economic war -- millions of Canadians were trained by others who had started out as regular plant workers.

In-house training has also made successful in-roads in the education process of Canadian manufacturers. In Scarborough, for example, a small material handling specialty company uses its shop as a classroom. The company president is so convinced of the value of in-plant training that he spends a considerable amount of time teaching on the plant floor. In Niagara Falls a company uses a variety of programs, at community colleges and in-plant, with

its own staff resources and consultants. Courses include CAD/CAM and materials planning. In the West, the Saskatchewan Research Council is taking the initiative in introducing CAD to companies by organizing the central facility for remote access CAD terminals located on company premises. Management-labour committees are also being used to share their embryonic experience.

One of the most ambitious plans to date is a program by Pratt & Whitney Canada Inc. The company plans to make high-precision aircraft engine components for its gas turbine engines at a new CIM flexible manufacturing facility at Aerotech Business Park next to the Halifax International Airport. The first part of a projected three-phase operation will create more than 300 new jobs by the time the 124,000 square-foot plant is completed. Total investment will exceed $124 million. Later phases are expected to result in a plant size of more than 300,000 square feet and employ more than 1000 people.

The plant will use flexible manufacturing systems, which will include computers, microprocessors, programmable production equipment, robots and automated material-handling equipment. To support this activity, the Nova Scotia Institute of Technology is establishing a staff training program which P&W is supplementing with in-house training.

Opportunities for Education

Educating even 10 per cent of those currently in Canadian industry in CIM technologies represents a target group of 200,000, many of whom would be executives and managers

Similar opportunities for educational institutions are large. Yet many established ones have not yet taken advantage of industry's growing need for continuing education and training and have still to forge working relationships with industry.

Educating even 10 per cent of those currently in Canadian industry in CIM technologies represents a target group of 200,000, many of whom would be executives and managers seeking overviews of automated technology. This audience alone represents an ongoing multi-million dollar market.

For the engineer, continuing education programs are seen as the most effective way to prepare existing engineers for CIM. One pilot program, introduced into the evening sessions at Bridgeport Engineering Institute in the U.S. was based on four courses centred on an introduction to robotics, management and engineering problems in robotics and automatic systems, robots and automation engineering and R&D engineering seminars in robotics and automation systems. The first two courses are basically orientation courses each of six weeks duration, with three hours of class each week. The second two courses are

eight week engineering courses with four hours of class each week and involve the solving of engineering problems and laboratory work utilizing robots.

Studies have shown that many Canadian companies rely on vendors for much of their knowledge and awareness of new technologies but no longer can vendors afford the time and expense to educate potential clients.

The robotics and automation session starts with management's point of view, from which engineers could gain an understanding of management's problems. The other courses deal with such topics as mathematics and dynamics of robot fundamentals, microprocessor fundamentals, the total automatic factory concept, artificial intelligence and sensor engineering. Classes averaged 32 students. Most students, who were employed by manufacturing companies in Southern Connecticut, took all four courses.

Studies have shown that many Canadian companies rely on vendors for much of their knowledge and awareness of new technologies but no longer can vendors afford the time and expense to educate potential clients. There used to be enough time for a technology to evolve so that vendors could recover this cost, as it was more directly related to their free standing equipment. Amidst rapidly changing system technologies, salesmen can really only afford to deal with relatively well educated customers. They are usually the larger manufacturers, who therefore receive attention first.

CHAPTER 3

ASSESSING THE PAYOFFS

A Look Beyond Productivity Gains

> The main benefits of automation are found in CIM's strategic dimensions.

Short-term financial considerations tend to rule the thinking of Canadian management. While it may seem necessary, this view has been responsible, in part, for the slow adoption rate of technology by Canadian industry.

Most managers decide to buy CAD on the basis of pre-installation estimates of payback in the two-year range based on productivity gains, although the average post-installation payback found in the study was actually three to five years. One Canadian investigation found productivity improvements in 25 companies that had introduced CAD averaged 44 per cent over manual methods. This falls considerably short of some vendors' estimates which place improvements at two and three times manual approaches.

> Conventional cost accounting tends to mask rather than reveal most benefits of factory automation.

The main benefits of automation are found in CIM's strategic dimensions. In traditional costing models about five per cent of the manufacturer's sales dollar is spent on the engineering phase but at this stage about 85 per cent of all subsequent manufacturing costs are locked in and pre-determined. It is important, therefore, to investigate a variety of design options. CAD equipment facilitates these explorations.

Conventional cost accounting tends to mask rather than reveal most benefits of factory automation. Experienced CIM users report that while the justification may be a necessary evil, frequently none of the reasons behind undertaking automation achieved the payoffs expected. Instead the gains came from unexpected or misunderstood sources.

Non-quantifiables Important

> It is equally important to evaluate the cost of not adopting the technology.

The National Electrical Manufacturers' Association in the U.S. has listed 29 factors in the equation concerning new technology. Among them include such

diverse considerations as product liability costs and insurance premiums, warranty costs, service training, service, inventories, customer and distributor goodwill, quality leadership reputations, operator safety and training, operator health programs, environmental insurance, workmen's compensation differential, health insurance, poor labour relations and low morale, work slowdowns, scrap and rework costs, attitude of being "second best," slow response time to markets, plus the incremental costs of design and test cycles.

In most applications of CIM technology, the major cost advantages are reductions in overheads and improvements in non-quantifiable areas such as speeding products to market and improved quality. Some 85 per cent of the benefits from flexible manufacturing were found in the non-quantifiables rather than the direct manufacturing process. These non-quantifiables affect profit, and consequently return on investment, as much as tangible factors and deserve to be more fully recognized.

Current accounting methods do not allow overhead to be dissected on a functional basis such as the cost to expedite or the cost to find entry errors. Because there isn't enough time to change the accounting system, the bigger the view taken of the business the better the chance of justifying CIM strategically. If the case for automation is built from fundamentals, accountants will see it as the same information packaged differently.

A dramatic example is a Rolls-Royce aero-engine facility in England. The company is in the process of installing 16 flexible manufacturing systems with no overall external funding required. As reported in the literature, the systems are planned and expected to pay their capital costs through reductions of work-in-process inventory during the first year. Inventory may be regarded by some as an asset on the balance sheet but automation can free those funds for more strategic purposes.

It is equally important to evaluate the cost of not adopting the technology. Considerations of this nature might show the effect of an order lost to a competitor who used a CAD system to meet a much earlier delivery date.

Dangers of the Profit Centre

> Because the equipment and software used to create a CIM environment comes from a variety of vendor sources, people from within the company itself are best able to identify the needs of the organization.

Companies using the profit centre method of evaluation perhaps face the greatest hurdles to CIM because overly restricted and narrow results may become the sole basis for performance evaluation.

Profit centres also lead to islands of automation. There are examples of two identical and under-utilized CAD systems across the street from each other in different divisions of the same company. A single, shared system would have sufficed. Only a single, strategic approach to technology keeps the walls between departments and divisions from becoming higher.

Most of the assessment of technology needed for the organization can best be done from a strategic vantage inside the company. Because the equipment and software used to create a CIM environment comes from a variety of vendor sources, people from within the company itself are best able to identify the needs of the organization.

CHAPTER 4

AFFORDING THE PAYOFFS

Finding the Real Costs to Produce

> The nation's largest CAD/CAM centre, with more than 500 business contacts with target manufacturers, has yet to uncover a single case where a project was unable to proceed due to the unavailability of capital funds.

The jury is still out on whether a lack of capital limits the adoption of computer aids for design and manufacturing. At least two surveys of Canadian industry have found this to be the case but the nation's largest CAD/CAM centre, with more than 500 business contacts with target manufacturers, has yet to uncover a single case where a project was unable to proceed due to the unavailability of capital funds.

> The problem is immediate because other countries are changing technologically at a faster rate than Canada.

However, bank loans appear to be an integral part of a large portion of machinery purchases. An executive from a major supplier estimated that the heavy reliance on this method of funding indicates insufficient internal reserve funds from retained earnings and investment. Equity financing is 2.5 times more prevalent in Canada than Japan, suggesting banks have more scope for interest in the CIM issue.

Canadian manufacturers are already spending more to modernize, according to Laurent Thibault, President of the Canadian Manufacturers' Association, but not enough to recover from very low levels in earlier years. The Association found capital spending declined some 37 per cent between 1982 and 1984. While spending increased 26 per cent in 1985 and is expected to rise a further 10 per cent this year, the problem is immediate because other countries are changing technologically at a faster rate than Canada and many sectors will face some hard choices in the next few years.

Improve Existing Capacity

By the year 2000 -- fewer than 15 years off -- most of the major manufacturers still in business by that time will have replaced all their machinery.

The real problem may not be the source nor the amount for investment in capital equipment but the direction current capital spending has taken over the past decade. Figures from the U.S. indicate that 75 per cent of capital spending is directed at increasing capacity. However, the CIM challenge suggests that the majority of investment should be directed not at new capacity but at making existing capacity more productive. Japanese firms, for example, spend more than twice as much as North Americans on capital investment. The majority goes to existing manufacturing in such areas as materials handling, and equipment and process improvements.

Time is running short to reorganize production processes and begin investment programs for new technology. For those who intend to be survivors, the approach to capital spending will undergo unprecedented change. Alex Mair, Vice President of the technical staff group of General Motors has said that by the year 2000 -- fewer than 15 years off -- most of the major manufacturers still in business by that time will have replaced all their machinery. The investment decision will no longer be tactical decisions initiated by managers to serve the needs of their group, assessed competitively and selected or rejected on the basis of their project financial merits. They will be strategic decisions evaluated from the most senior level in their entirety.

Invest in the Future

A notable Canadian example is the Chrysler's $700-million Windsor project, known as the plant that saved the company.

Edson Gaylor, President and Chairman of Ingersoll Milling Machine Co., describes gains materializing through computer integrated manufacturing as representing his firm's most important, immediately available, competitive edge. "I must add that there is no way one can effectively put in computer integrated manufacturing with an eye on the immediate return on investment," he was quoted as saying in a trade mission report. "People say that American industry suffers because its managers pay too much attention to the short-term return on investment. Well, if you go at computer integrated manufacturing, incrementally, looking to get every penny back within a short and definite time scale, this competitive advantage will be lost to you."

Some investments to automate have already proved lifesaving. A notable Canadian example is the Chrysler's $700-million Windsor project, known as the plant that saved the company. The total elapsed time on the project was 20 months from design initiation to start-up. The use of computer-aided design and computer-graphics allowed NORR/SH&G of Toronto to present 20 major layout concepts in a six-week period.

The final 10-mile free conveyor system allows the use of in-line sequencing which locks a vehicle onto the assembly line from introduction of the floor pan to the finished product. The benefits include greatly reduced inventory costs and quick resolution of production problems because of the removal of the work-in-process storage buffers. This produces a continual, predictable flow of material through 1,847 body, paint, trim and final-assembly stations at a predetermined schedule. One hundred twenty-three programmable robots were installed to carry out welding, sealing, painting and parts-handling.

On an international scale, in spite of having lost $428 million last year, Caterpillar Tractor Co. of Peoria, Illinois is embarking on a four- to five-year US$600-million modernization program that will highly automate its 21 manufacturing plants worldwide.

Methods and Style Count, Too

In many plants in Japan there is little evidence of work-in-process inventory.

There's more to CIM than capital investment. In examining Japanese factories, visitors are usually surprised to find that productivity benefits greatly from methods and style. Usually visitors find less highly sophisticated equipment than expected. They are struck by the cleanliness and orderly layout of the equipment.

In many plants in Japan there is little evidence of work-in-process inventory. This not only reduces overall investment, but reduces handling, improves monitoring and allows the machinery to be closer together so one operator can handle more than one machine. Moreover, the broader job definition of each worker includes responsibility for quality, output, and helping others. It is within this environment that the Japanese start with a basic process and invest in continual improvements.

The approach achieves memorable results. Estimates set the time required to change over a heavy press in a stamping department at one major U.S. auto company at six hours in 1979. It was about four hours at Swedish and German companies. A Japanese company took 12 minutes.

CHAPTER 5

THE FIRST STEPS

Setting Course With the New Technologies

As with other technologies, CIM goes through four distinct stages of development: awareness, initiation, implementation and routinization. Most Canadian manufacturers are estimated to be at the pre-awareness levels.

Small and medium-sized manufacturers in the past have come to depend heavily on equipment and service vendors to learn about new products. These rules are changing as they apply to CIM because vendors can no longer support and bury this extensive education cost in their product prices.

Now, in order to get the business advantage from technology, smaller firms must develop the technological and other know-how mainly on their own to evaluate payoff against the risk. Because timing is an all-important element in adopting technology, there is an urgent need to develop this capability quickly.

Successful automation projects invariably had a "champion" at a fairly high level in the organization.

As with other technologies, CIM goes through four distinct stages of development: awareness, initiation, implementation and routinization. Most Canadian manufacturers are estimated to be at the pre-awareness levels. The first step at this level is for senior executives to understand the way permanent change comes about.

Studies of actual situations where advanced manufacturing technologies were successfully employed have consistently revealed that, even with a strategic planning process in place, successful automation projects invariably had a "champion" at a fairly high level in the organization. A vice president was typically the guiding force behind the project. This person's job was to convince other managers of the feasibility of the project and the opportunity it presented to the organization.

One of the first applications to investigate for automated manufacturing technology is the plant layout, examining the movement of material and the process. Using this technique one Canadian-based multinational was able to reduce the distance travelled by a product during manufacturing from one mile to a few hundred yards, reducing set-up time from hours to minutes.

CHAPTER 6

CIM AS A NATIONAL ISSUE

CIM in the Context of Free Trade and Other Issues

> We ask this question: "Is Canadian manufacturing prepared for free trade?"

While the world economy is increasingly driven by new technology, Canada is proposing to embark on developing free trade with the United States. With an annual $12 billion trade deficit in high technology commodities and a trade deficit in manufactured end products in excess of $17 billion we ask this question: "Is Canadian manufacturing prepared for free trade?"

The Macdonald Commission "found substantial areas of strength in Canadian manufacturing... Canada has proved its industrial capacity at the level of the individual firm and sub-sector, even in sectors that normally run a deficit in U.S. trade... Thus Canada would achieve substantial benefits from more open trade even in our weakest manufacturing sectors." However, the specifics of the manufacturing technology were not reported in detail by the Commission and, we fear, may have been entirely overlooked.

> Canada's overriding priority, the CMA warns, is to achieve international levels of competitiveness.

Supporting a case for free trade, the Canadian Manufacturers' Association attributes more than 475,000 new manufacturing jobs created in Canada over the past 20 years to expanding export trade. However, another CMA paper, directed at ways to improve industrial competitiveness, says the nation has been ignoring too many simple realities including the global integration of industry. Canada's overriding priority, the CMA warns, is to achieve international levels of competitiveness

Bottom Line Is Social Cost

> In the longer run, increased investment in automation is seen as making the country more competitive internationally, even leading to higher levels of employment.

Leon Martel, a former Executive Vice President of the Hudson Institute and now a New York consultant on the future told an executive forum in Toronto that

with the new industrial nations benefiting from low labour costs, access to new technology and, often, government subsidies, it will become increasingly difficult for many advanced nations to maintain their traditional basic industries.

The bottom line in CIM is not just an individual company's bottom line but the social cost to the whole country.

In the longer run, increased investment in automation is seen as making the country more competitive internationally, even leading to higher levels of employment. As National Research Council President Larkin Kerwin warned recently, "Our industries no longer have the luxury of easing into technological change -- competitors will leave us behind."

The bottom line in CIM is not just an individual company's bottom line but the social cost to the whole country. Forces such as CIM have an impact, either positively or negatively in determining job creation and unemployment insurance costs.

Canada's position in coping with technological and social change in an information-based society was articulated in a Killam Lecture last year by Brian Gaines. We lack the technology drives of the U.S. and Japanese. With our natural resources we can afford to import high-technology to support our resource-based economy. But we need to use technology to add greater value to these resources and use world markets to exploit our skills in the application of technology.

The Job-Creation Lag

If even a 10 per cent improvement could be made, the saving in unemployment insurance alone would be $1 billion a year, excluding the social improvement.

Plotting total Canadian employment and total work force against a time scale in calendar years typically shows 90 per cent of the work force is employed and 10 per cent unemployed. However, rather than looking at the vertical distance between the two curves, when one looks at the horizontal distance between the two curves (see Fig. 1) it reveals a job creation lag of approximately three years.

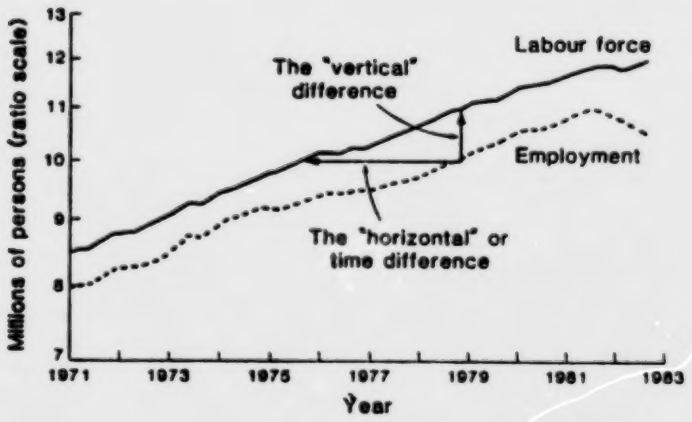

Fig. 1 - The Difference Between Labour Force and Employment

The conclusion may be, since the two curves are approximately parallel, that while we have an acceptable growth record, we tend to be always two or three years behind schedule. Viewed in this light, the impact of technology lag, the loss of competitiveness and the delay in new job creation take on a new perspective.

If even a 10 per cent improvement could be made, the saving in unemployment insurance alone would be $1 billion a year, excluding the social improvement. It underscores the importance of technology transfer, diffusion and pursuing the R&D process in company facilities, university laboratories, government laboratories or facilities. That is, pursuing and using technology wherever it may originate.

Focus on Traditional Sectors

Results of these analyses show that it is the application of high technology across the traditional sectors that creates the largest increases in employment.

The Economic Council of Canada made a major attempt to quantify these issues through a recent survey of 1000 firms across Canada. The project is examining the introduction of new technology and its impact on staffing, skills, organizational structure, innovative management practices, remuneration, decision-making, teamwork, and other factors. A second case study is attempting to identify particular themes such as impact on the shape of organization or the effect of training on skill changes.

> The key question is not, "How many jobs will be displaced if Canada pushes the adoption of factory automation?" Rather the concern is, "How many jobs will be lost if we don't?"

Results of these analyses show that it is the application of high technology across the traditional sectors that creates the largest increases in employment. That is, while the high technology sector has produced some phenomenal growth examples, the sector is too small by itself to make major contributions to reductions in unemployment. There is no historical evidence that rapid productivity growth leads to job losses. Instead it is industries that lag in productivity that tend to bear job losses. Some U.S. studies project employment in manufacturing at 10 per cent of the labour force by the year 2000 as opposed to 22 per cent in 1980. That country's Office of Technology Assessment (OTA) predicts increased employment of engineers, computer scientists, technicians, and maintenance-related craft workers (electricians, mechanics, repairers, and installers).

Employment of manager and technical sales and service personnel will rise, although lower and middle management opportunity may decrease. Employment of craft workers, excluding maintenance personnel, will decrease. Plant and perhaps other clerical personnel will fall, too.

Those applying the technology are reaping the benefits. A recent Canadian study of firms who use computers to aid their manufacturing process reported marked increases in productivity (62 per cent average increase), greater sales (38 per cent average increase) and moderate to large improvement in quality. While most of the firms who apply the technology tend to be larger, the technology is equally applicable to small and medium-sized firms, which play a strategic national role in reducing unemployment.

There seems to be an increasing recognition in Canada that the key question is not, "How many jobs will be displaced if Canada pushes the adoption of factory automation?" Rather the concern is, "How many jobs will be lost if we don't?"

Costs to Retrain

If 200,000 Canadians employed in manufacturing -- just a 1/10 of the total -- spend even 5 per cent of their working time learning and keeping informed of CAD/CAM technology directly affecting their organization, the net result is 10,000 person years. Total cost of this training would be $300-400 million per year.

Currently, the biggest barriers to automation are identified as inadequate management awareness, insufficient operator training, and financial constraints.

In the Canadian automotive sector alone, an industry-labour task force estimates that training costs will increase to $200-million a year by 1990 from the current $75-million spent annually, just to keep pace with computerization and new methods of auto production.

An automotive industry task force wants industry and governments to design new approaches to upgrade the skills of auto workers to enable them to keep abreast of the changes occurring in the Canadian auto industry. Currently, the biggest barriers to automation are identified as inadequate management awareness, insufficient operator training, and financial constraints.

CHAPTER 7

ANSWERING THE ALARM

Governments as Catalysts

> The Macdonald Commission found that new technologies spread more slowly within Canadian manufacturing industries than in other countries.

The brisk competition among Canadian provinces last year to attract a third-world car manufacturer is solid signal that the world's economic order can change quickly. Labour intensive manufacturing is attracting more and more low-cost competitor nations in world markets. Even in technology, no country today has a monopoly. As international markets and prices for Canadian resources continue to be depressed, there will be an increased need for Canada's manufacturers to pick up the slack.

Canada will be caught in the middle unless there is widespread acceleration of the application of technology as the foundation for building larger markets in other countries for Canadian goods and services.

The Macdonald Commission found that new technologies spread more slowly within Canadian manufacturing industries than in other countries. Much of this lag reflects a delay in the transmission of information and knowledge. New techniques for diffusion are needed. The CAD/CAM Council is one of the few organizations in Canada identifying and advocating approaches to minimize the total costs of the information transfer and improve the timeliness of information flow about CIM technologies on a continuing, national basis.

Smaller Firms Hit Hardest

> The same evaluation ranked government involvement in the dissemination of information on automation products and implementation strategies as important as financial assistance.

Surveys indicate that smaller firms are most affected by such lags. Penetration of technology in Canada's largest province, when last measured, was about 10 per cent despite an aggressive and measurably successful campaign to help industry learn about and use the new technologies.

Many smaller firms do not believe they have the personnel, time or financial resources to undertake even the most rudimentary steps in the chain to adopt

technology such as to travel, to tour an automated plant, or carry out a feasibility study.

The same evaluation ranked government involvement in the dissemination of information on automation products and implementation strategies as important as financial assistance.

Government can play the role of catalyst, particularly in making industry aware of the issues and stimulating companies to self-motivated adoption of technology.

Upgrade or Fade

> The crossroads at which we find ourselves may even determine our very survival as an independent nation.

University of Waterloo President Douglas Wright said in a recent speech in Toronto, "The crossroads at which we find ourselves may even determine our very survival as an independent nation. We either find ways of keeping up-to-date technologically or we fade away as a viable industrial country." Besides technology transfer and diffusion that means doing more research in universities, federal labs and industry, and training more researchers to meet future industrial needs.

In addition to an enhanced emphasis on industrial R&D, there is also greater room for governments to help educational institutions serve more of the training needs of industries, particularly in the area of tri-sector financing of course development.

Governments also have much to gain from improved productivity through the application of CIM. Enhanced productivity can be used to reduce inflation or to stimulate economic growth to offset the effects of technology on employment patterns.

While massive infusions of new technology are crucial to the future of Canadian economy, the immediate hurdle is making sure that the message about the urgent need to automate reaches those responsible for strategic planning in industry, government and education.

CHAPTER 8

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Retreading a Nation

> While this new 1986 report will be of interest to all three groups, it is primarily addressed to industrial executives and managers.

The CAD/CAM Council's 1980 and 1983 reports, "Strategy for Survival" and "Closing the Gap", were addressed equally to government, industry and educational institutions. While this new 1986 report will be of interest to all three groups, it is primarily addressed to industrial executives and managers.

The problems besetting and retarding the adoption of computer integrated manufacturing in Canadian industry stem from, and are part of, our view and treatment of technology as a whole. It is essential to find solutions and adapt in time to meet the competitive challenge.

> CIM is viewed as a strategic and economic necessity for Canadian industry. The only questions are how much?, when?

The additional 1983 report, "Education for the Wave of Change", examined the demands and requirements of education change initiated by CAD/CAM at three levels: university, technical college and in-plant training. A substantial infrastructure exists for the first two. Universities and technical colleges across Canada have already begun the process of incorporating CAD/CAM education into their curricula in a substantial manner.

In this new report, "Management in Crisis", attention is focused on the third area related to in-plant training and the existing work force, for which there is less infrastructure in place. Special attention has been given to the educational needs of managers and technical personnel. The CAD/CAM Council considers this area most deserving of attention and constructive action in Canada at the present time.

Because the process of technological change involves substantial planning and investment, raising the knowledge levels of management and senior technical personnel is an important pre-requisite to further action. This step must obviously precede the later needs for capital formation and employee retraining in new trades and skills on a wider basis. These may become problems deserving study and planning later but meanwhile the priority is on management and strategic planning.

CIM is viewed as a strategic and economic necessity for Canadian industry. The only questions are how much?, when?, and how to bring the issues to the attention of senior industry managers?

In summary, this report emphasizes the following issues:

Application also needs to be started reasonably soon so that both management and technical staff can learn by doing.

---

1. Choosing the time for the implementation of CIM is a critical management decision. It must not be left too late because the pay-back from the first chosen application is needed to fund later development and applications in the company. If this is not done, the pay-back and funding will not be there, digging a deeper and deeper hole due to delayed effort.

   Application also needs to be started reasonably soon so that both management and technical staff can learn by doing. If delayed and left too late, the learning curve become vertical and almost impossible to ascend. On the other hand there is a special cost associated with being an early implementor of a new technology. Studies have shown that early adopters (among the first 10 users of a new technology) generally face longer start-ups, higher debugging costs, and a greater incidence of equipment modifications, difficulties with vendor documentation and services, at least until the infrastructure becomes better developed.

The problem facing Canadian industry is that, "Too many companies will not see the handwriting on the wall until they have their backs to it."

Delay, however, can also incur a loss of competitiveness and declining sales. It may cost something to be early but it can cost a lot more to be last. How much and when are therefore critical management decisions.

CIM is not a single technology. It is a philosophy and a direction, affecting the whole company. The world's largest and most powerful corporations could not implement CIM in a single project, even if they wanted to.

CIM is only achieved in a series of stages as an evolution towards an end. The important thing is to get started, at the right time and before it's too late. Being a late adopter may appear to be the safest policy but it is not necessarily the best. One approach is to be a reasonably early adopter, but only if the company has the management skills in place. The

problem facing Canadian industry is that, "Too many companies will not see the handwriting on the wall until they have their backs to it."

2. The total development and application of new technology such as CIM can be enhanced by paying close attention to the management of both the developing and adopting processes. To encourage Canadian adoption of a new technology, the needs and inter-relationships of both vendors and users must be considered.

   Canadian manufacturing companies normally rely heavily on vendors as a prime source of information concerning new technologies. However, in many instances vendors can no longer afford to carry the high burden and sales expense of educating their customers on CIM.

   An additional gap exists on the user side. CIM, by its very nature, requires corporate-wide, strategic planning. Yet few corporate executives have the background in the technology to appreciate its implications and initiate action. Furthermore, companies in North America have not in the past regarded manufacturing as a strategic weapon. Bridging this knowledge gap is vital, but is a significant barrier in a large number of companies. The Canadian CAD/CAM Council and others participating in its preparation hope that the publication and distribution of this report will yield significant and positive results in this regard.

   The supplier-user interface also reveals a reason why CIM tends to be adopted first by larger companies and why Canadian adoption tends to lag the U.S. by several years. This is partly because vendors can only afford to contact and educate their largest potential customers, usually those closest to home. In addition, it is usually only larger companies that can afford the study and investigation required for assessment of new technology.

   Another communication barrier or limitation exists with respect to technology press and trade publications. Under difficult circumstances in some cases, these journals are doing their best but the amount of editorial material included in each issue must be strictly proportioned to the number of pages of revenue-producing advertising. When this is down, editorial content decreases.

Many of the savings from CIM are from reductions in overhead, smaller inventories, better and faster information flow, reduced cycle times for design and manufacture and improved quality.

---

3. Knowing how to undertake the financial analysis and justification for CIM is a problem. Most company accounting procedures for financial justifications, return on investment, cash flow analysis, and other ratios are structured to recognize savings from reduction in labour content. But

direct labour costs are often only a small part of the total product costs. CIM recognizes this. Many of the savings from CIM are from reductions in overhead, smaller inventories, better and faster information flow, reduced cycle times for design and manufacture and improved quality. New methods of analysis and justifications are required because many traditional methods fail to recognize these benefits. "Certainly just because conventional cost justifications doesn't tell the whole story, financial sobriety shouldn't holds way over vision and direction".

This difficulty with traditional accounting systems is becoming widely recognized. In the U.S. a group of leading manufacturers and leading accounting firms have joined forces in a group-sponsored project organized by CAM-I to address this problem.

Invariably, when seminars are held especially for those at the CEO level, the tendency is common for companies to send a more junior person.

---

4. The benefits and effects of CIM are widespread within a company. The need must frequently be stressed for the involvement of the chief executive officer and that person's commitment to the strategic planning necessary for CIM. Yet invariably, when seminars are held especially for those at the CEO level, the tendency is common for companies to send a more junior person.

Many centres and industry associations have experienced this phenomenon. No solution is offered other than to keep trying to establish contact with those in the upper levels. Meanwhile work will continue with those who do respond. The message may be that the real initiators and leaders of technology change and planning in most organizations are not those at the top but more often are middle level managers, engineers and technical specialists who identify gaps and opportunities and then seek upper management approval from within. An even more serious problem is seen for small and medium-sized enterprises who are unaware of the technology or perceive they cannot afford it.

A large and growing need for company or in-plant training is foreseen, first for managers and technical personnel, later for operational personnel.

---

5. A large and growing need for company or in-plant training is foreseen, first for managers and technical personnel, later for operational personnel. A large number of persons are involved and new media must be found to counter this shortcoming in a timely and economical manner.

Unlike the education of university and technical college students, for which a substantial infrastructure is in place, there is relatively little established infrastructure to address the need for retraining those already employed. Yet this is essential to meet the time constraints of international competition. If only 10 per cent of the current workforce of 2,000,000 are involved, the number is far too great for seminars and conferences. Many alternatives and new media are needed, with in-plant education and training material on video tape and video disc regarded favourably for increasing use.

As one industry leader has said, "We have an education problem of the highest order in this country and we no longer have the luxury of time [for its solution]. Small industry is our biggest employer and doesn't even see it. We need to do something and do it fast."

6. While it appears to have escaped significant or serious consideration to date, the readiness of Canadian industry to adopt the most modern manufacturing methods such as CIM may be a determining factor to successfully compete in a free trade environment with stronger and better positioned competitors. A government role, as well as private sector activity, is implied in this consideration and its implications.

7. It is difficult to determine the extent financing plays in limiting CAD/CAM and CIM applications. The CAD/CAM Council generally believes that it will become a more serious constraint in the future after the elimination of other constraints such as awareness, strategic planning and evaluation by senior management. A full workshop and report, devoted entirely to matters of finance appears to be justified but at some time in the future, particularly as expenditures rise.

   The Society of Manufacturing Engineers (SME) estimates the growth of sales in North America on factory automation will reach $36-40 billion by 1995 from $7 billion in 1982 and $14 billion in 1987. Other industry estimates in the U.S. are $25 billion in 1985, $50 billion by 1990, and close to $100 billion by 1995. These are substantial numbers fed by real and rapid growth. Factory automation has become big business. The 1985 Autofact Conference held in Cobo Hall in Detroit attracted more than 3,000 conference attendees and more than 33,000 exhibit attendees, making it the largest event ever held in Cobo Hall, exceeding the 1980 Republican Convention. By comparison, in 1975, 10 years earlier, the SME CAD/CAM Conference which was the predecessor of the Autofact series, attracted approximately 150 persons, of which only one or two were Canadians.

   At least two surveys of Canadian industry have shown finance to be the limiting factor for the rate of adoption of CAD/CAM technology. However, this may refer more to the difficulty of justifying major expenditures, which is always difficult and demanding of considerable effort in any new field, rather than to the actual availability of funds once the justification is done and accepted. One major CAD/CAM centre reports that in more than 500 case studies for industrial clients, they have yet to see

a single instance where funds could not be obtained for a justifiable project. On the other hand, one major supplier of machine tools to Canadian industry estimates that a large proportion of sales involves bank loans or some other form of borrowing by the customer. This would suggest that few companies have the financial strength to fully source such purchases from retained earnings and depreciation accounts.

Further study will be useful to break this problem down into identifiable components, such as:

- identifying the opportunity
- developing economic justification
- determining the rate of return on investment
- establishing the rate required
- deciding to take the risk
- locating sources of capital spending
- overcoming possible fear of banks and other lenders

There is a misunderstanding in industry, that if you have a CAD/CAM graphics system you have CIM and should be able to reap all the benefits. CIM is much more than that.

---

8. It is necessary to emphasize that senior management, probably at the CEO level, must be involved in the initiation and planning for CIM. This is vital because CIM involves strategic decisions affecting many divisions of the company: particularly marketing, engineering and manufacturing. This makes CIM different from traditional investments because expenditures in one division may be required to yield savings in another. Also, perhaps for the first time in many companies, manufacturing can now be regarded as a strategic weapon, taking its place beside other strategic planning decisions in marketing, finance and product planning.

   The integrated nature of CIM must be continually stressed. There is a misunderstanding in industry, possibly due to over-selling by vendors, that if you have a CAD/CAM graphics system you have CIM and should be able to reap all the benefits. CIM is much more than that.

   The demise of smokestack America is frequently cited as an error or oversight in strategic planning, whereas in Japan, in particular, productivity improvement, achieved through advanced manufacturing technologies, have been used strategically to drive down prices and increase market share.

   This is seen as a major education and communications problem. The key to this is to convince people to read the signs differently than in the past. To do nothing is more dangerous than it used to be. Industry managers should be encouraged to think about taking a major overhaul seriously.

CIM is not for all companies at the same time. Different companies need different parts at different times. Each company has its own problems and requirements for cash flow return but it has to be managed to make it happen.

While the high technology companies and industries do show very high employment growth rates, as high as 300 per cent to 400 per cent in some cases, the Economic Council of Canada points out that they really are only a relatively small slice of the total economy. It is the application of CIM and other advanced technologies, across all the traditional sectors of the economy, which will really yield the maximum employment gain in the long run.

Since they are already members of the work force, the "students" are not a free resource as in traditional education approaches. Classroom methods and seminars represent expensive solutions under such circumstances.

---

9. The problems besetting and retarding the adoption of computer integrated manufacturing in Canadian industry stem from, and are part of, our view and treatment of technology as a whole. Nevertheless, in this instance, it is essential to find solutions and adapt in time to meet the competitive challenge.

Vigorous use of traditional media will be necessary to do this, and use of some new media will be essential because the number of people involved is very large. If 10 per cent of the current work force in manufacturing are involved, the number is 200,000 persons. Since they are already members of the work force, the "students" are not a free resource as in traditional education approaches. Classroom methods and seminars represent expensive solutions under such circumstances. There will be a great need for in-plant training after initial communications and education of current managers and technical leaders become informed and initiate change.

Recognizing the role of technology diffusion, could be a substantial factor in reducing the social cost of unemployment, which is approximately $10 billion annually for unemployment insurance payments alone.

Solving this technology diffusion problem, reducing the technology lag and improving competitive levels impacts the relationship between total labour force and unemployment. The gap between these two curves is traditionally

regarded as an unemployment gap, representing approximately 10 per cent of 11 million persons in the total Canadian labour force.

In attempting to bring these two curves of labour force and employment closer together, a new insight may be gained by looking at the horizontal difference between them instead of the vertical difference. The vertical difference says we have a gap representing approximately 10 per cent unemployment. The horizontal difference says there is a time gap of approximately three years. This suggests that the process of job creation has been working consistently for many years, but is behind schedule.

Recognizing this, and the role of technology diffusion, could be a substantial factor in reducing the social cost of unemployment, which is approximately $10 billion annually for unemployment insurance payments alone. Effective technology development, transfer and diffusion may be worth more than has been realized.

APPENDIX A

Workshop participants

W.M. Auld
293 Overdale Street
Winnipeg, Manitoba
R3J 2G2

F.D. Barrett
President
Management Concepts Limited
31 Pine Ridge Drive
Scarborough, Ontario
M1M 2X6

C. Beatty
School of Business
Queen's University
Kingston, Ontario
K7L 3N6

Louis Bianchin
Digital Equipment Canada
394 Isabey
Ville St-Laurent, Quebec
H4T 1V3

Ed Cinits [1]
Managing Director
Centre for Advanced
Resources Technologies
1789 Ogilvie Street
Prince George, B.C.
V2N 1W7

J. Dickinson [1]
Associate Professor
Faculty of Engineering Science
University of Western Ontario
London, Ontario
N9A 5B8

J. Driscoll [1]
Principal
Nova Scotia
Institute of Technology
P.O. Box 2210
Halifax, Nova Scotia
B3J 3C4

J. Gannon
Manufacturing
Modernization Program
Pratt & Whitney Canada Inc.
P.O. Box 10
Longueuil, Quebec
J4K 4X9

Louis Giroux [1]
Office of Industrial Innovation
Department of Regional
Industrial Expansion
5th Floor East
235 Queen Street
Ottawa, Ontario
K1A 0H5

A. Grindlay
School of Business Administration
University of Western Ontario
London, Ontario
N6A 3K7

C.D. Hall
Northern Telecom Ltd.
33 City Centre Drive
Mississauga, Ontario
L5B 3A2

John Haywood-Farmer
School of Business Administration
University of Western Ontario
London, Ontario
N6A 3K7

[1] Member of CAD/CAM Council

Neil Hill
School of Business Administration
University of Western Ontario
London, Ontario
N6A 3K7

Ken Jones
Ontario Centre
for Advanced Manufacturing
190 Attwell Drive, Suite 402
Rexdale, Ontario
M9W 6H8

Shannon Kyles [1]
Mechanical Engineering
Mohawk College
West 5th and Fennel Campus
Hamilton, Ontario
L8N 3T2

N. Lewchuk [1]
CAD/CAM & Special Project Manager
International Tools
Division of ITEL Industries Ltd.
3805 Malden Road
Windsor, Ontario
N9C 3Y8

M. Lishnak [1]
Executive Vice President
Gross Machinery Group
18 Jarvis Street
Toronto, Ontario
M5E 1N1

D.G. Malaher [1]
Vice President
Management Information Services
Bristol Aerospace Limited
P.O. Box 874
Winnipeg, Manitoba
R3C 2S4

Alan Scharf
Director
Technology Transfer Branch
Saskatchewan Research Council
15 Innovation Blvd.
Saskatoon, Saskatchewan
S7N 2X8

Roger More
School of Business Administration
University of Western Ontario
London, Ontario
N6A 3K7

J. Nassr [1]
President
ICAM Technologies Corp.
1900 Sources Blvd.
Pointe Claire, Quebec
H9R 4Z3

K. Newton
Project Director
Technology Change
& Labour Markets
Economic Council of Canada
333 River Road
Vanier, Ontario
K1P 5V6

H. Noori
Wilfrid Laurier University
Waterloo, Ontario
N2L 3C5

W.C. Wedley
Simon Fraser University
Faculty of Business Administration
Burnaby, B.C.
V5A 1S6

G. Pierce [1]
Industrial Technology,
Transfer Sector
Saskatchewan Research Council
30 Campus Drive
Saskatoon, Saskatchewan
S7N 0X1

Peter A. Urban
President
Computer Integrated Manufacturing
1276 Sandhill Drive
Ancaster, Ontario
L9G 3N6

[1] Member of CAD/CAM Council

Jack Scrimgeour [1]
Senior Advisor
National Research Council
Building M-50
Montreal Road
Ottawa, Ontario
K1A 0R8

B. Wood
School of Business Administration
University of Western Ontario
London, Ontario
N6A 3K7

[1] Member of CAD/CAM Council

APPENDIX B

CAD/CAM Council Members*

Industry and Industry-related Centres

Edward Cinits, Chairman
Centre for Advanced
Resource Technologies
Prince George, B.C.

Nick Lewchuk
International Tools
Division of ITEL Industries Ltd.
Windsor, Ontario

Mike Lishnak
Gross Machinery Group
Toronto, Ontario

John MacFarlane
Pratt & Whitney Canada Inc.
St. Hubert, Quebec

David Malaher
Bristol Aerospace Limited
Winnipeg, Manitoba

D. Strong
CIMTECH
Trenton, Ontario

F. Williams
General Motors
of Canada Limited
Oshawa, Ontario

Educational Institutions

J. Driscoll
Nova Scotia
Institute of Technology
Halifax, Nova Scotia

John Goldak
Mechanical Engineering
Carleton University
Ottawa, Ontario

Shannon Kyles
Mohawk College
Hamilton, Ontario

Renato De Mori
School of Computer Science
McGill University
Montreal, Quebec

Government

Gaston Beaulieu
Centre québécois
pour l'informatisation
de la production
Montréal, Québec

E. Dudgeon
National Research Council
Division of
Mechanical Engineering
Ottawa, Ontario

L. Giroux, Secretary
Department of Regional
Industrial Expansion
Ottawa, Ontario

Gordon Pierce
Saskatchewan Research Council
Saskatoon, Saskatchewan

J. Scrimgeour
Division of Electrical Engineering
National Research Council
Ottawa, Ontario

* As of March 1986

APPENDIX C

Tabled papers and references

Altamuro, Vincent M., "How to Design and Conduct an In-house Robotics Training Program." Robots 8 Conference Proceedings, Detroit, Michigan, June 4-7, 1984.

Anderson, Ronald, "Industrial Nations Seen in Transition," The Globe & Mail, Toronto, December 24, 1985.

Anderson, Ronald, "Technology Fear Diminishing Force," The Globe and Mail, Toronto, December 11, 1985.

Ashburn, Anderson, "Is Manufacturing Really Shrinking?," American Machinist (Editorial), April 1985, 5.

Baranson, Jack, "Robots in Manufacturing -- Key to International Competitiveness." Lamond Publications, Mt. Airy, Maryland, 1984.

Barrett, F.D., "Managing Robots Strategically," IMDS, March/April 1985, 20-23.

Barrett, F.D., "Robotics--Managing Its Emergence." Address for the Food Industry Computer Conference and Expo, National American Wholesale Grocers Association , Dallas, Texas, October 31, 1984.

Barrett, F.D., "Technology: The Permanent Wave," Business Quarterly, Spring 1985.

Barrett, F.D., "The Robot Revolution," The Futurist, October 1985, 37-40.

Barrie, Ian, "Cautious Canadians," Guest Editorial, CAD/CAM & Robotics, October 1985.

Barrie, Ian, "A Fresh Look at Accounting," Guest Editorial, CAD/CAM & Robotics, February 1986.

Barron, James, "High Technology Is Spurring Race to Retool in the Midwest," New York Times, December 22, 1985.

Beatty, Carol A., "Tell Tales and Truths; Getting the Most Out of New Technology." Discussion paper presented at Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Beatty, Carol A., "Promoting Productivity With CAD" Discussion paper presented at Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Bergstrom, Robin P., "From Boardwork to Boardroom...," Manufacturing Engineering, January 1985, 36.

Blackwell, Richard, "Research Council Caught on Financial Tightrope," The Financial Post, December 8, 1984.

Branscomb, Lewis M., "The Government Role in Support Technology." From testimony before the subcommittee on Science, Technology, and Space of the Senate Commerce, Science and Transportation Committee, United States Senate, May 2, 1985 as excerpted in Manufacturing Productivity Frontiers.

Brody, Herb, "Overcoming Barriers to Automation," High Technology, May 1985, 41-46.

Bruce, Alexander, "Manufacturers Produce Optimism," The Globe and Mail Report on Business, January 23, 1986.

Craig, R.G., and H. Noori, "Recognition and Use of Automation: A Comparison of Small and Large Manufacturers."

Crane, David, "Jobs Are the Prize as Japan, Korea Challenge Canada." The Toronto Star, January 15, 1986.

Cyert, Richard M., "The Plight of Manufacturing: What Can Be Done?" Issues in Science and Technology, Summer 1985.

De Vries, Marvin F., President, SME, "Renaissance in the Making." Manufacturing Engineering, August 1985.

Dull, James H. And Nick W. McGaughey, "Manufacturing Systems Implementation: Top Management Perspectives." A report from SRI International, Menlo Park, California, May 1985.

Gaines, Brian R., "The Entrepreneur in the Information Age." Killam Memorial Lecture, University of Calgary, October 3, 1985.

Gherson, Giles, "Stevens Plans New Role for Industry," The Financial Post, January 25, 1986.

Goldak, John, "From Know-how to Know-what -- The Computerization of Engineering in Design, Analysis and Manufacturing." Davidson Dunton Research Lecture, Carleton University, Ottawa, November 13, 1984.

Grindlay, Andrew, "Management of Computer Aided Manufacturing." Discussion paper presented at Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Hall, C. Denis, "CIM -- A Cost Avoidance Solution to Old Problems." Discussion paper presented at Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Hall, C. Denis, "CIM and the Education for It," Engineering Dimensions, November/December 1984, 17-20.

Hall, C. Denis, "Educational Process for the First Wave and the Second Wave." Discussion paper presented at Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Hayes, R.H. and S.C. Wheelwright, "Restoring our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing." John Wiley & Sons, New York, 1984.

Haywood-Farmer, John, "The Impact of CAD on Professional Systems." Discussion paper presented at Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Hill, Neil and Tony Dimnik, "Cost Justifying New Technologies." Discussion paper presented at Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Jones, Ken, untitled address at Echlin Canada Inc., Rexdale, Ont., November 14, 1985.

LaPrairie, A.J. Paul, "How to Set Up Your Own In-house Training Plan," Canadian Machinery and Metalworking, May 1985, 36-38.

Little, Bruce, "Delayed Capital Spending to Go Ahead in '86'" The Globe & Mail Report on Business, Toronto, January 4, 1986.

Madwed, Albert, "A New Continuing Education Program in Robotics--the Automated Factory--the Third Industrial Revolution." Robots 8 Conference Proceedings, Detroit, Michigan, June 4-7, 1984.

Malaher, David, "Strategic Planning and Senior Management Involvement in Computer Integrated Manufacturing." Discussion paper presented at Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

McConkey, Dale and F.D. Barrett, "Managing in the Age of the Robot," Business Quarterly, Winter 1982, 40-46.

McGourty, Brain M., "The Competitive Factory: The First Line of Attack on the Global Marketplace." Address to the Fourth Canadian CAD/CAM & Robotics Exhibition and Conference, June 19, 1985.

Meredith, Jack, "A Champion For Automation," Industrial Engineering, May 1985, 25-26.

Millere, Steven M., "How Robots and Other Automation Change the Nature of the Work Force," American Machinist, May 1985, 128-130.

Minton, Gene, "The Case for Continuing Education in CIM," Manufacturing Engineering, August 1985, 67-68.

Mosher, Monty, "NRC Plans to Make Canada More Competitive," The Chronicle-Herald, December 12, 1985.

Nassr, John J., "Consideration in Establishing a CIM Environment." Discussion paper presented at Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Newton, Keith, "Employment and Skill Impacts of New Technology." Discussion paper presented at Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Newton, Keith, "Simple Analytics of the Employment Impact of Technological Change," Prometheus, Vol. 2, No. 2 (December 1984), 233-246.

Newton, Keith, "The Interrelationship Between Technological and Organizations Change: An Exploratory Approach." From proceedings of The Information Economy, University of Toronto, Toronto, 1985.

Nilsson, Nils J., "Artificial Intelligence, Employment, and Income." Technical Note 322, SRI International, Menlo Park, California, February 1984.

Petrock, Frank and Phyllis T.H. Grummon, "The Adoption of Technological Change: Management Issues and Practices." Robots 8 Conference Proceedings, Detroit, Michigan, June 4-7, 1984.

Pillman, Edward J., "Beyond CAD/CAM." Paper presented to COMPINT 85, Montreal, Quebec, September 10, 1985.

Rochow, Gunter, "Toward Options for Human Resource Planning With Respect to CAD/CAM and Related Technologies," Canada Employment and Immigration Commission, Ottawa, December 1985.

Rosenbrock, H.H, "Robots and People," Hartley Lecture, November 24, 1981.

Rowe, Johathan, "Nobel Fever or Where Did All the Technologists Go?" Manufacturing Productivity Frontiers, September 26, 1985, reprinted from The Washington Monthly.

Scrimgeour, J., Excerpts from CAD/CAM Newsletter, May to November, 1985.

Scrimgeour, J., "Media for Technology Transfer and the Management of CIM Technology." Discussion paper presented at Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Scrimgeour, J., from EIC Committee minutes, undated

Scrimgeour, J., "Challenges and Opportunities Arising from CAD/CAM Technology." Alberta CAD/CAM Seminars, November/December 1983.

Scrimgeour, J., "Towards the Factory of the Future: An Index and Guide to CAD/CAM Technology." National Research Council of Canada Report No. 24261.

Seed, Allen H., "Justifying the Cost of CIM," Computerworld Focus, 1985

Shepherd, John and A. Roy Megarry, "Boosting the Birth of New Businesses," The Globe and Mail, December 6, 1984.

Slautterback, William H., "Manufacturing in the Year 2000," Manufacturing Engineering, August 1985, 57-60.

Stauffer, Robert N., "Closing the Technology Gap," (Editorial) Robotics Today, October 1985.

Tambling, Kirk A., Machinery and Equipment Manufacturers Association of Canada from a report on an Advanced Manufacturing Technologies Mission to Japan sponsored by Department of External Affairs and Department of Regional Industrial Expansion, November 1985.

Thibault, Laurent J., Untitled address to the Fourth Canadian CAD/CAM & Robotics Exhibition and Conference, June 19, 1985.

Thompson, Harry B., "Improving U.S. Industry's Competitive Postion: Strategy for Success." Technical paper presented to Autofact 4 Conference, Philadelphia, Pennsylvania, November 30-December 2, 1982.

Urban, Peter, "Capital Equipment Justification in the Eighties and Beyond." Discussion paper tabled for Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Urban, Peter, "Why Automate." Discussion paper tabled for Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Waddell, Christopher, "Auto Task Force Report Urges Upgrading of Workers' Skills," The Globe and Mail Report on Business, Toronto, January 14, 1986.

Wedley, William C. and Roger C. Vergin, "CAD/CAM Technology in Canadian Manufacturing: A Study of Constraints, Incentives and Impacts." Research report prepared for the Government of Canada, Department of Regional Industrial Expansion, Office of Industrial Innovation, April 1985.

Wedley, William C. and Roger C. Vergin, "Manufacturers' Perceptions of CAD/CAM Constraints." Paper presented at ASAC 1985 Conference, University of Montreal, Montreal, Quebec.

Welch, John F., Letter to Shareholders, General Electric Company, Fairfield, Connecticut, December 12, 1985 on the subject of GE's purchase of RCA Corp.

Wood, A.R., "Early Adoption of Manufacturing Innovation: Implications for CAD/CAM." Discussion paper presented at Management Education Workshop on Computer Integrated Manufacturing, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., February 13-14, 1986.

Autofact 85 Conference as reported in "Manufacturing Productivity Frontiers," November 13, 1985.

"America's New Commitment to Manufacturing Education," American Machinist Special Report 77, June 1985 as reported in the CAD/CAM Newsletter

"Award of Excellence: Mechanical/Aeronautical/Industrial -- Windsor, Ontario Chrysler Assembly Plant," Canadian Consulting Engineer, October 1984, 28-29.

"Caterpillar Undertakes Worldwide Automation," The Globe and Mail, Toronto, December 10, 1985.

"Computer Integrated Manufacturing: Ten Steps to Success," from a product brochure from Hewlett-Packard.

"Decline of U.S. Global Leadership in Technology," Mechanical Engineering, January 1985, p. 88.

"Develop the Brainpower," The Gazette, Montreal, December 11, 1985.

"Does Canada Have a High-tech Future?," Editorial, The Sunday Star, Toronto, December 29, 1985.

"Free Trade," Canadian Machinery and Metalworking, October, 1985.

"A Free Trade Winner?," (Editorial) The Globe and Mail, October 7, 1985.

"Government R&D Grants Miss the Mark," Au courant, Vol. 6 No. 1, p. 5.

"How to Improve Industrial Competitiveness." A reference paper, The Canadian Manufacturers' Association, May 1983. [Specifically Alton S. Cartwright, Chairman and CEO, CGE Co. Ltd.]

"Manufacturing Facility Will Emphasize People," The Globe and Mail, Toronto, August 27, 1985.

"The Market for Flexible Automation Equipment in Ontario." Ontario Ministry of Industry, Trade and Technology, Innovation and Technology Division, Toronto, November, 1985.

"NSERC's CAD Research Grant Awarded to l'École Polytechnique," Canadian Consulting Engineer, October 1985, 16.

"Robot Population in Canada," CAD/CAM Newsletter, CAD/CAM Technology Advancement Council, Ottawa, June 1985.

"The Robot Revolution: An Interview with James Albus." Communications of the ACM, March 1983, 179.

"Selected Articles on Advanced Manufacturing Technologies, Reprint #3," Government of Canada, Department of Regional Industrial Expansion, Office of Industrial Innovation, 1985.

"The Strategic Benefits of Computer-Integrated Manufacturing," Arthur D. Little Inc., Cambridge, Mass., undated.

"Strategy for Survival: Issues and Recommendations Concerning the Implementation and Impact of CAD/CAM Technology in Canadian Industry." A report by the CAD/CAM Technology Advancement Council, Ottawa, September 1980.

"Stuart Smith Surveys the Future," The Globe and Mail, Toronto, November 30, 1985, B10

Government of Canada
Regional Industrial Expansion

Gouvernement du Canada
Expansion industrielle régionale

SRC
Saskatchewan
Research Council

CAD/CAM

CRISE AU SEIN DE LA GESTION :

Mise en oeuvre de la fabrication intégrée par ordinateur

Canada

CRISE AU SEIN DE LA GESTION :

Mise en oeuvre de la fabrication intégrée par ordinateur

Rapport préparé par

Le Conseil canadien CAO/FAO

pour l'avancement de la fabrication intégrée par ordinateur

Produit en collaboration avec

The School of Business Administration
University of Western Ontario

et avec le soutien du

Saskatchewan Research Council

juillet 1986

P.U.2856

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1986

N° de cat. C2-102/1986F

ISBN 0-662-94080-6

TABLE DES MATIÈRES

		Page
INTRODUCTION		i
Précis administratif		ii
1. INCIDENCES DE LA FIO SUR LA STRATÉGIE	La fabrication, un secteur à restructurer de haut en bas	1
	Une tendance historique à renverser	2
	L'automatisation comme stratégie	3
	L'implication des échelons supérieurs	3
	La situation actuelle en automatisation	4
	Le problème le plus urgent de la gestion	6
	Le prix du retard	7
2. LA GESTION DU RECYCLAGE	Éduquer en vue de mutations profondes	9
	Carence de la recherche sur les procédés	10
	Le nouveau marché du travail	10
	Le nouveau cadre	12
	L'enseignement nouveau	12
	Perspectives pour le monde de l'éducation	14
3. L'ÉVALUATION DES AVANTAGES	Au-delà de l'augmentation de la productivité	16
	Importance des impondérables	17
	Mise en garde sur les centres de profit	18
4. L'INVESTISSEMENT	La détermination des coûts réels de production	19
	L'amélioration de la capacité de production	20
	Investir dans l'avenir	20
	La FIO est aussi une question de méthodes et de style	21
5. LES PREMIÈRES ÉTAPES	Faire siennes les nouvelles technologies	23
6. LA FIO: UNE QUESTION NATIONALE	FIO, libre-échange et autres questions	25
	L'argument décisif est le coût social	26
	Le décalage dans la création d'emplois	27
	Se concentrer sur les secteurs traditionnels	28
	Les coûts du recyclage	29
7. RÉPONDRE A L'ALERTE	Les gouvernements comme catalyseurs	30
	Les petites entreprises sont le plus durement frappées	30
	S'améliorer ou s'éteindre	31
8. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS	La gestion de la fabrication à un tournant	32
ANNEXE A	Participants à l'atelier	41
ANNEXE B	Membres du Conseil CAD/CAM	44
ANNEXE C	Articles soumis et références	45

INTRODUCTION

Crise au sein de la gestion

Co-parrainé par le Conseil canadien CAD/CAM et la School of Business Administration of the University of Western Ontario, ce rapport découle des exposés et des discussions qui ont pris place lors d'un atelier spécial de deux jours tenu les 13 et 14 février 1986 à l'Université de Western Ontario.

Cette rencontre a réuni autour d'une même table des membres du Conseil CAD/CAM, qui investissent gratuitement leur temps et connaissances dans les activités du Conseil, des dirigeants du monde des affaires canadien, de l'École d'administration des affaires et ainsi que d'autres experts reconnus. La majorité des participants à cet atelier ont présenté des exposés qui ont donné lieu à des débats et permis d'obtenir une vue d'ensemble des connaissances accumulées. Des articles de fond obtenus d'autres sources canadiennes et américaines ont également alimenté les discussions.

Le Conseil de recherches de la Saskatchewan a fourni les fonds pour la préparation du présent rapport dont le but est d'alerter les Canadiens sur l'importance stratégique de la fabrication intégrée par ordinateur (FIO).

THE CONSEIL CANADIEN CAD/CAM POUR L'AVANCEMENT DE LA FABRICATION INTEGREE PAR ODINATEUR

Les rapports "Opération survie" et "Emboîtons le pas" publiés respectivement en 1980 et 1983 s'adressaient à la fois au gouvernement, à l'industrie et aux établissements d'enseignement. Ce nouveau rapport de 1986, bien qu'il intéresse également ces trois groupes, s'adresse principalement aux dirigeants et aux cadres d'entreprise.

Le rapport "L'enseignement en vue du virage technologique de la CAO/FAO" publié également en 1983 examinait les exigences posées par la CAO/FAO et les changements requis dans le monde de l'éducation aux paliers suivants: universités, collèges techniques et formation en usine. Une infrastructure importante existe déjà dans les deux premiers secteurs. Les universités et les collèges techniques à travers le Canada ont déjà commencé à incorporer de façon importante la CAO/FAO dans leurs programmes d'études.

Le présent rapport, "Crise au sein de la gestion", veut attirer l'attention sur le troisième palier. Celui de la formation en usine et du personnel en poste pour lequel il n'y a pratiquement aucune infrastructure en place. Une attention toute particulière a été accordée aux besoins d'enseignement des cadres et du personnel technique. Le Conseil CAD/CAM est d'avis que ce secteur mérite présentement qu'on lui accorde une attention toute particulière et qu'une action constructive soit entreprise au Canada.

Les difficultés qui retardent l'adoption de la fabrication assistée par ordinateur dans les industries canadiennes naissent et coincident avec notre vision et notre manière d'aborder la technologie dans son ensemble. Il est essentiel que nous solutionnions ces difficultés et que nous nous adaptions à temps pour relever le défi que nous lancent nos concurrents.

PRECIS ADMINISTRATIF

Lignes de force

Les nations "nanties" du siècle prochain seront celles qui comprennent aujourd'hui l'urgence d'automatiser et de lancer leurs industries dans l'action. Dans cette bataille aux enjeux élevés, les succès industriels du passé ne peuvent être garants de succès futurs. Demain n'appartient à personne.

De nos jours l'automatisation industrielle est connue sous le nom de fabrication intégrée par ordinateur, ou FIO. Face aux faits qui s'accumulent, tous s'accordent à croire que ce concept correspond à une mutation profonde des méthodes traditionnelles de fabrication et de leurs modes de gestion.

La FIO n'est pas simplement une technologie. C'est une façon de penser et une orientation qui se répercutent sur toute l'entreprise. On ne peut y parvenir qu'à travers une série de stages évolutifs. L'important est de commencer au bon moment et avant qu'il ne soit trop tard.

Quand l'usine de l'avenir sera une réalité il ne sera pas plus difficile ni coûteux de produire 100 pièces différentes que d'en fabriquer aujourd'hui un lot de 100. Tel est le champ de bataille économique sur lequel la guerre gagne de l'ampleur.

La planification stratégique pour la FIO doit se faire à l'échelle de toute l'entreprise. Elle doit être menée par le Chef de la direction, le Bureau de direciton et tous les cadres supérieurs. La fabrication a été jusqu'à présent un outil trop longtemps ignoré dans le domaine des avantages compétitifs. La conception, la distribution, la mise en marché, les finances et les prises de contrôle ont été les éléments stratégiques habituels dans l'industrie manufacturière.

La force agissante de la FIO est la pénétration rapide des ordinateurs et des microprocesseurs dans les opérations techniques. Ce sont les outils qui, ont permis l'arrivée des machines à commande numérique, de la conception assistée par ordinateur, de l'inspection et du contrôle de la qualité de la reproductibilité. Ils ont permis d'acquérir une flexibilité en permettant de changer les méthodes ou les produits.

Toutefois, bien que ces outils informatisés soient de nature hautement technique, les obstacles à leur mise en oeuvre sont de nature beaucoup polus directoriales que technologique. Nous assisterons à la naissance d'un nouveau milieu de travail, avec de nouveaux gestionnaires, nécessitant une approche nouvelle d'envergure au recyclage de la force de travail. Tandis que les universités et les collèges sont déjà en train de former pour la FIO, la formation en milieu industriel ne dispose que d'une infrastructure limitée. Si seulement 1/10 de 20,000,000 de travailleurs du secteur de la fabrication affectaient un petit 5 p. 100 de leur temps à se recycler, ceci nécessiterait 10,000 années/personnes et entraînerait une dépense annuelle de 300 à 400 millions de dollars. Ces coûts de recyclage sont en plus des coûts en capital de l'équipement nouveau. Par conséquent la tâche globale de la gestion est formidable.

Evaluer les retours pour l'effort et les dépenses de mise en oeuvre de la FIO est en soi un voyage au sein d'un territoire peu connu. Quoiqu'il soit vrai que la FIO soit la route pour la survivance, il n'en demeure pas moins qu'il existe un besoin de gérer le changement, trouver le financement, mesurer son succès et faire des choix perspicaces au bon moment. Les institutions financières prêteuses et les gérants de firmes comptables n'ont pas encore réussi à mettre au point des moyens standards de projeter les gains à long terme découlant des investissements en FIO. Leurs mesures basées sur l'expérience passée s'adressent principalement aux rendements à court terme et tendent à décourager la direction de prendre les mesures qui s'imposent. Les "Centres de profits" sont des outils financiers et de gestion populaires dans les entreprises manufacturières mais ce concept devra lui aussi être réévalué lorsque l'on considérera l'impact de la fabrication intégrée sur l'ensemble de la corporation. Dans le domaine de la planification stratégique en vue de la mise en oeuvre de la FIO on devrait tout d'abord se concentrer sur la recherche des coûts réels de fabrication et l'amélioration de la capacité existante.

Le gouvernement a un rôle a jouer et une responsabilité envers le pays. Il se doit d'assurer un leadership positif permettant la réalisation d'une renaissance "policée" de la fabrication domestique. Les petites entreprises seront les plus durement touchées par les changements et le Gouvernement peut faciliter la transition par le biais de l'information, de la formation, d'études de faisabilité, d'assistance à l'exportation et même, dans certains cas, d'assistance financière.

La fabrication assistée par ordinateur est une question qui concerne toute la nation. Dans le contexte des négotiations de libre-échange et du rapport de la Commission MacDonald il y a un danger réel que le faible niveau de technologie de fabrication canadienne puisse avoir été négligé et que seule la capacité traditionnelle ait été considérée.

L'argument décisif en FIO ne concerne pas simplement l'entreprise individuelle, mais aussi le coût social qu'elle représente pour le pays. Tandis que la différence entre le niveau de la force de travail et le nombre de travailleurs en poste est communément appelé "chômage", une autre mesure est le nombre d'années de retard de l'industrie sur ses objectifs économiques et sociaux de création d'emploi. Le Canada dépense actuellement 10 milliards par année en prestations d'assurance-chômage. Si la compétitivité du secteur manufacturier ne s'accroît pas, ce coût ne pourra que s'accroître, ceci sans mentionner les conséquences sociales. Par conséquent la direciton doit être encouragée à être audacieuse et motivée par le succès dans l'adoption de nouvelles stratégies implicites à la fabrication intégrée par ordinateur.

En résumé, le présent rapport met l'emphase sur :

1. La FIO n'est pas seulement une technologie, c'est aussi une façon de penser et une orientation dont les effets se font sentir dans toute l'entreprise. La plus grande et la plus puissante société du monde ne pourrait, le désirerait-elle, mettre en oeuvre la FIO dans le cadre limité d'un seul projet.

2. Le choix du moment propice à la mise en oeuvre de la FIO constitue une décision administrative cruciale. Tout retard peut entraîner une perte de compétitivité et une baisse des ventes. Il peut y avoir un coût associé à la précocité, mais il peut en coûter beaucoup plus d'être le dernier. Dans quelle mesure et quand: voilà les décisions administratives cruciales. Mais ce qui importe, c'est de commencer, au bon moment et avant qu'il ne soit trop tard.

3. La FIO génère des avantages et produit des effets qui se répercutent partout dans l'entreprise. Il est essentiel, pour assurer la planification stratégique nécessaire à la FIO, que le chef de la direction prenne part personnellement à sa mise en oeuvre. Cette participation est vitale, car la FIO suppose des décisions stratégiques qui toucheront plusieurs divisions de l'entreprise, notamment la mise en marché, l'ingénierie et la fabrication. Ainsi, la FIO diffère des investissements traditionnels en cela qu'il peut être nécessaire d'engager des dépenses dans une division pour réaliser des économies dans une autre.

4. On peut favoriser le développement optimal et l'application d'une nouvelle technologie comme la FIO en accordant une grande attention à la gestion des processus qui président à sa mise au point et à son adoption. Pour promouvoir l'adoption d'une nouvelle technologie au Canada, on doit tenir compte des besoins des fournisseurs comme de ceux des utilisateurs, et des interrelations entre ces deux groupes.

5. Les entreprises canadiennes de fabrication comptent habituellement beaucoup sur les fournisseurs comme source principale d'information sur les nouvelles technologies. Mais dans plusieurs cas, les fournisseurs ne peuvent plus se permettre de porter le lourd fardeau et les frais que représente la formation de leurs clients en matière de FIO.

6. Des besoins considérables et croissants de formation professionnelle en entreprise ou en usine sont à prévoir, d'abord au niveau des gestionnaires et du personnel technique, puis à celui du personnel d'exploitation. Un grand nombre de personnes étant concernées, il est urgent de trouver de nouveaux moyens, souples et économiques, de satisfaire ces besoins de formation. Contrairement à la formation dispensée aux étudiants des universités et des collèges techniques, dont l'infrastructure est solidement établie, le recyclage des personnes qui occupent déjà un emploi ne dispose que d'une infrastructure limitée.

7. L'analyse et la justification financières de la FIO posent un problème. Les principes comptables utilisés par la plupart des entreprises pour la justification financière, le calcul du rendement du capital investi, l'établissement de la marge d'autofinancement et d'autres rapports sont construits de façon telle qu'ils lient les économies à la réduction du contenu en main-d'oeuvre. Mais les coûts de main-d'oeuvre directe ne comptent souvent que pour une part infime des frais globaux imputés à la fabrication. Des méthodes comptables et une réflexion nouvelle s'imposent pour que soient reconnus les avantages générés par la FIO, souvent reliés au système et aux frais généraux.

8. Même si la FIO ne semble pas avoir fait l'objet, jusqu'à ce jour, d'un examen sérieux ou attentif de la part de l'industrie canadienne, l'empressement de celle-ci à adopter les méthodes de fabrication les plus modernes, comme la FIO, peut constituer un facteur décisif dans la concurrence qu'elle doit livrer à des entreprises plus solides, qui occupent une meilleure place dans un marché libre.

9. Il est difficile de déterminer dans quelle mesure les contraintes financières limitent le nombre des applications de CAO/FAO et de FIO. Le Conseil CAD/CAM croit généralement que ce type de contraintes sera plus important dans l'avenir, une fois que les autres entraves auront été éliminées, comme le manque de sensibilisation, de planification stratégique et d'évaluation de la part de la haute direction.

10. C'est en appliquant la FIO et les autres technologies de pointe dans l'ensemble des secteurs traditionnels de l'économie que l'on réalisera à long terme les gains les plus importants au niveau de l'emploi.

11. Le processus de création d'emploi agit régulièrement depuis des années, mais il se peut que des retards dans le transfert, la diffusion et l'adoption de la technologie soient un facteur négatif dans ce processus. La reconnaissance de ce phénomène, et du rôle de la diffusion de la technologie pourrait être un facteur clé dans la réduction du coût social du chômage, qui se chiffre à environ 10 milliards de dollars par année, au seul titre des prestations d'assurance-chômage. Le développement, le transfert et la diffusion efficaces de la technologie pourraient avoir une plus grande valeur que nous ne croyions.

CHAPITRE 1

INCIDENCES STRATEGIQUES DE LA FIO

La fabrication, un secteur à restructurer de haut en bas

> Si le secteur de la fabrication disparaît au Canada - nous obligeant à ne compter que sur le secteur des services - serons-nous encore capables de maintenir notre niveau de vie élevé? Probablement pas!

Au Canada, le secteur de la fabrication se trouve aujourd'hui dans une situation de crise. Sa capacité concurrentielle s'affaiblit dans plusieurs secteurs industriels. Et malgré le fait qu'une industrie après l'autre devienne menacée d'extinction, il semble régner un contentement général. Si le secteur de la fabrication disparaît au Canada - nous obligeant à ne compter que sur le secteur des services - serons-nous encore capables de maintenir notre niveau de vie élevé? Probablement pas!

Toutes les nations industrialisées ont vu leur économie subir une transformation radicale et profonde, la majorité des emplois passant du secteur de la production de biens à celui de la fourniture de services. Et, de plus, le secteur de la fabrication est lui-même en mutation. Les industries manufacturières qui subsisteront dans l'avenir seront radicalement différentes des industries traditionnelles de production de biens du passé.

Que nous le réalisions ou non, l'industrie canadienne des années 80 lutte pour sa survie. Notre pays fait face à des concurrents déterminés, puissants et dynamiques - tant sur le marché international qu'à l'intérieur de ses frontières. Leur arme principale est un mode de fabrication plus économique, plus efficace, plus productif et qui dans plusieurs cas peut produire des biens de meilleure qualité que ne le peuvent nos propres usines. Si nous voulons que le Canada conserve une vocation industrielle, nous devons agir sans tarder.

Au cours de la prochaine décennie, les armes de la bataille seront la robotique, l'informatique et une automatisation poussée. Il peut sembler à première vue que les fabricants canadiens avancent dans cette direction mais dans l'ensemble, ils ont accumulé un retard considérable dans l'adoption de la technologie de fabrication de pointe par rapport à d'autres pays comme le Japon et l'Allemagne de l'Ouest.

Comment expliquer que la nation qui a inventé la commutation téléphonique numérique et le microscope électronique ne puisse fabriquer un seul magnétoscope? Que pourtant, les huit employés de la chaîne de montage automatisée de la firme japonaise Toshiba puissent produire 300 000

magnétoscopes par mois, dont plusieurs destinés à l'exportation au Canada? L'explication ne relève pas tant de la technologie que des mentalités.

Une tendance historique à renverser

> La fabrication doit être reconnue en tant qu'élément stratégique dans la lutte pour la survie.

D'autres nations ont utilisé les technologies manufacturières de pointe comme des outils stratégiques pour augmenter leur part du marché. Toutefois, l'industrie canadienne a tendance à considérer les nouvelles technologies de fabrication sur un plan beaucoup plus tactique, surtout comme un moyen d'éliminer la main-d'oeuvre directe, même si les coûts de main-d'oeuvre ne comptent habituellement, en fabrication, que pour dix pour cent des coûts globaux. On comprend donc facilement comment une vision aussi étroite peut conduire au refus, aux échelons supérieurs, de nombre d'autorisations budgétaires pour l'acquisition de matériel d'automatisation.

Un article émanant de Arthur D. Little Inc., sur les avantages de la FIO sur le plan de la stratégie, fait remarquer que l'un des aspects les plus intéressants de la fabrication intégrée est sa capacité de concilier les divergences traditionnelles et les objectifs incompatibles qui sont causes de tensions entre les secteurs de fabrication et de commercialisation. En fabrication, on valorise les grandes séries, les calendriers stables, les stocks réduits et les faibles coûts de production. En commercialisation, par contre, on vise la diversification et la souplesse de la production, ainsi que la disponibilité et la qualité des produits. Pourtant, comme nombre d'entreprises japonaises en témoignent, la FIO réussit à rendre compatibles ces objectifs traditionnellement irréconciliables. Désormais, qualité et flexibilité ne sont plus synonymes d'augmentation des coûts.

La fabrication doit être reconnue en tant qu'élément stratégique dans la lutte pour la survie. Bien que le succès de ses compétiteurs étrangers repose habituellement sur leur supériorité en matière de fabrication, la haute direction a trop souvent l'habitude d'accorder ses efforts de pensée créative stratégique à la conception du produit, à la mise en marché et aux finances et à laisser les opérations de fabrication aux opérations.

Un groupe de fabricants canadiens de retour d'une mission d'étude au Japon identifiait récemment les quatre ingrédients clés qui font le succès d'une entreprise manufacturière. Ce sont simplement: les attitudes, l'attention accordée aux détails, le travail d'équipe et l'utilisation des méthodes de fabrication les plus appropriées. Ces ingrédients sont facilement à la portée de pratiquement toute entreprise manufacturière canadienne. Mais le monde des affaires canadien ne procède à l'heure actuelle qu'à des ajustements minimes et ponctuels.

L'automatisation comme stratégie

> Contrairement aux applications traditionnelles des ordinateurs dans l'entreprise, la FIO, en raison de ses incidences stratégiques, suppose l'engagement personnel et continu de la haute direction.

Utiliser l'ordinateur comme un accessoire dans l'entreprise et utiliser l'ordinateur pour intégrer l'entreprise sont deux mondes complètement différents. L'intégration par ordinateur est un outil stratégique servant à augmenter la compétitivité dont les effets se font sentir dans l'ensemble de l'entreprise. Par ce concept, toutes les phases de la production sont intégrées, de la conception jusqu'à la fabrication et la distribution. Au niveau de la planification et de la gestion des matières, par exemple, l'accent est mis non plus sur la production par lots mais sur la production en continu, ce qui fait que le traitement typique par lots fait plutôt penser à une usine chimique ou une aciérie.

Contrairement aux applications traditionnelles des ordinateurs dans l'entreprise, la FIO, en raison de ses incidences stratégiques, suppose l'engagement personnel et continu de la haute direction. Il est inadmissible que la fabrication et la production soient considérées comme une boîte noire isolée - et relativement peu importante.

Mais qu'est-ce donc que la FIO? Plusieurs définitions existent. Selon l'une d'elles, c'est l'utilisation de la technologie informatique pour éliminer l'intermédiaire humain, toujours susceptible de commettre des erreurs. D'après une autre, la FIO est l'automatisation et l'amélioration de l'acheminement des données de fabrication. Quelle que soit la définition adoptée, la FIO n'est pas une simple technologie, mais plutôt une façon de penser et une orientation qui se répercutent sur toute l'entreprise.

La stratégie, toutefois, s'élabore habituellement à partir de deux questions fondamentales: "Comment pouvons-nous être plus compétitifs?" et "Comment pouvons-nous modifier à notre avantage les principes de la concurrence?"

L'implication des échelons supérieurs

Puisque la FIO oblige au moins à repenser la structure organisationnelle de l'entreprise, il va de soi que la haute direction doit assurer une participation éclairée. Il se pourrait par exemple que dans certaines entreprises, on doive modifier la composition d'un conseil d'administration pour faire place à des membres versés en automatisation et en robotique.

> Trop souvent les entreprises ont pris des décisions ad hoc en ce qui concerne la fabrication et laissé la technologie entre les mains des services de production.

Les conseils d'administration et les comités de direction se verront amenés à comprendre l'automatisation en termes de stratégie pour leur firme et pour la société. Ils devront reconnaître la nécessité de développer une stratégie pour la société. Dans les grandes entreprises, la planification et les décisions se fonderont habituellement sur des rapports internes invoquant des sources fiables. Dans les petites et moyennes entreprises, par contre, les décisions seront souvent influencées directement par des sources d'information extérieures.

Trop souvent les entreprises ont pris des décisions ad hoc en ce qui concerne la fabrication et laissé la technologie entre les mains des services de production. De là, les questions de technologie deviennent alors habituellement des questions de comptabilité et de finances. Cette suite de retournements, typique de nombreuses entreprises, laisse l'initiative des investissements dans la FIO aux services techniques. Les réquisitions pour l'achat d'ordinateurs, de matériel et de progiciels, les demandes d'embauche de personnel nouveau et les propositions de nouveaux systèmes émanent habituellement des personnes et des services rattachés directement à l'exploitation. Ces demandes sont acheminées aux échelons supérieurs de l'organisation et assujetties aux méthodes de budgétisation des capitaux et du personnel.

La FIO déplace les prises de décisions en matière de technologie vers le sommet. Les questions que l'on se pose maintenant sont: "Comment amener plus d'une poignée de directeurs à considérer la productivité comme une question de stratégie? Comment donner à la productivité la même importance au sein de l'entreprise que le produit, les prix et les profits? Comment mettre sur pied une structure propre à générer des progrès suivis dans des grands secteurs autonomes de fabrication? Les réponses à ces questions supposent à la fois une nouvelle manière de faire des affaires et une restructuration de l'entreprise qui tienne compte de cette nouvelle manière. Autrement, l'entreprise se retrouve avec le pire des deux mondes: la confusion et des méthodes conflictuelles.

La situation actuelle en automatisation

La véritable usine automatisée vit le jour il y a 7 ans. Aujourd'hui, à la Fanuc Works du Japon, l'une des usines automatisées les plus renommées, des transports automatiques, des robots et des machines commandées par ordinateur fonctionnent 24 heures sur 24, sous la supervision d'un nombre réduit de travailleurs. Dans cette usine de 160 000 pieds carrés, 60 travailleurs et 101 robots, auxquels s'ajoutent des chariots automatiques, fabriquent 40 types différents de moteurs dont la production totale se chiffre à 10 000 par mois. La section d'usinage fonctionne 24 heures par jour, tandis que la section d'assemblage fonctionne 8 heures par jour. Au Japon, la firme Fujitsu

exploite une usine en banlieue de Tokyo où 100 personnes supervisent la construction de robots par d'autres robots - en fait, 100 par mois.

En Amérique du Nord, les grands utilisateurs de robots sont les firmes de l'industrie de l'automobile, General Motors, Ford et Chrysler ainsi que General Electric, et IBM. Bien que 80 p. 100 du développement en robotique ait été accompli aux États-Unis, ce pays ne compte à l'heure actuelle que pour 20 p. 100 des robots utilisés dans le monde.

> L'automatisation industrielle est devenue une grosse affaire qui suscite de plus en plus d'intérêt.

Peut-être trop optimistes, les prévisions du Bureau national des normes des États-Unis établissent à 90 p. 100 la part de toutes les tâches d'inspection industrielle qui seront accomplies par des robots voyants plutôt que par des humains d'ici 1994. Au Canada, une des usines robotisées les plus connues est celle de Chrysler à Windsor.

Parmi tous les outils d'automatisation industrielle, la conception et la fabrication assistées par ordinateur sont probablement les plus répandues. Une enquête menée auprès de l'industrie canadienne rapporte que 25 p. 100 des 285 répondants utilisent la technologie CAO/FAO sous une forme ou une autre et que 20 p. 100 envisagent sérieusement de l'utiliser. Le marché de la CAO a été de 155 millions de dollars l'an dernier au Canada. Si on peut comparer avec les taux de croissance enregistrés aux États-Unis, l'industrie connaîtra cette année un taux de croissance annuel de 25 p. 100, ce qui représente un recul par rapport à celui de l'an dernier, qui était de 40 p. 100.

La Society of Manufacturing Engineers (SME) estime que les sommes affectées à l'automatisation industrielle en Amérique du Nord pourraient atteindre 40 milliards de dollars en 1995, quoique d'autres prévisions évaluent ce chiffre à près de 100 milliards de dollars. A l'heure actuelle, les dépenses, estime-t-on, sont de l'ordre de 11 à 25 milliards de dollars. L'automatisation industrielle est devenue une grosse affaire qui suscite de plus en plus d'intérêt. L'Autofact Conference and Exhibition de 1985 a attiré plus de 33 000 personnes à Détroit, la plus grosse assistance jamais vue au Cobo Hall, dépassant même en importance la Convention républicaine de 1980. Dix ans plus tôt, un événement semblable avait attiré quelque 150 personnes, dont un ou deux Canadiens.

Les systèmes de fabrication souple, qui se situent juste au-dessous de la FIO dans la hiérarchie de l'automatisation, sont encore relativement rares. D'après un article publié dans Issues in Science and Technology, il y avait en 1984 de 20 à 30 de ces systèmes en service aux États-Unis, à peu près autant au Japon, et environ 20 tant en Europe de l'Ouest qu'en Europe de l'Est. Les chiffres des Nations Unies donnent un total encore plus élevé.

Le problème le plus urgent de la gestion

> Les gestionnaires doivent se rendre compte clairement que l'introduction de l'automatisation pose un défi majeur sur le plan de la formation à toute entreprise manufacturière.

Un des premiers pas dans le développement d'une mentalité propice à l'adoption de la FIO consiste à modifier l'attitude de plusieurs gestionnaires. Ils doivent être dynamiques et avoir le goût du risque. Ils doivent prendre l'initiative d'offrir leurs produits sur les marchés et apprendre comment satisfaire ces marchés. La FIO devient alors l'outil de choix pour la mise au point de ces stratégies.

Les gestionnaires de l'industrie devront adopter au cours de la prochaine décennie ce nouvel état d'esprit, s'ils veulent réussir l'intégration de systèmes automatisés dans leur entreprise. Bien qu'on ne prévoie pas que l'utilisation des systèmes de fabrication intégrée par ordinateur et des systèmes souples de fabrication se généralise avant 10 ou 15 ans, les gestionnaires devraient dès maintenant se familiariser avec ces concepts et préparer le terrain pour l'adoption des technologies propres à les acheminer dans cette direction.

Les gestionnaires doivent se rendre compte clairement que l'introduction de l'automatisation pose un défi majeur sur le plan de la formation à toute entreprise manufacturière. L'usine automatisée nécessitera de nouvelles structures comprenant moins de travailleurs, dans lesquelles ils assumeront plus de responsabilités et possèderont des compétences différentes, comparativement aux structures traditionnelles. Les rôles seront changés de même que les rapports interpersonnels et les satisfactions des gestionnaires, surveillants et opérateurs. La rapidité d'apprentissage et la capacité de mettre en pratique de nouvelles connaissances seront valorisées. En même temps, il faudra être habile dans les relations interpersonnelles, pour traiter avec des travailleurs plus sophistiqués.

> Même si une technologie comme la CAO/FAO convient aussi aux entreprises modestes, ce sont les grandes sociétés qui sont les premières à adopter les technologies nouvelles.

Les gestionnaires devront réaliser leurs objectifs en comptant sur un personnel réduit et des machines beaucoup plus versatiles. Des délais d'approvisionnement courts mais réalistes et des stocks réduits seront la norme. Le personnel d'exploitation sera moindre et celui du soutien technique plus nombreux.

On devra donc former des ingénieurs et un personnel technique capables de s'adapter à une technologie complexe et en rapide évolution. Contrairement au passé, alors qu'une personne douée pour la mécanique pouvait comprendre les aspects les plus complexes de la fabrication, les entreprises de l'avenir ne disposeront que d'une équipe très réduite d'ingénieurs qui seront capables de comprendre le nouvel outillage évolué, les logiciels et les méthodes pertinentes à une exploitation de fabrication intégrée par ordinateur. La formation de ce genre de personnel peut représenter un fardeau pour les petites et moyennes entreprises qui ne disposent pas toujours sur les lieux des ressources pour s'attaquer à ce problème.

Même si une technologie comme la CAO/FAO convient aussi aux entreprises modestes, ce sont les grandes sociétés qui sont les premières à adopter les technologies nouvelles. Pour la raison, entre autres, que c'est elles qui reçoivent l'attention des fournisseurs. Elles peuvent également avoir eu tôt la chance de se familiariser avec la technologie par le biais de leur société-mère ou d'un fournisseur hors de la compétition, ou peut-être ont-elles financé elles-mêmes une étude sur l'automatisation. Quoiqu'il en soit, elles ont tendance à être les premières.

Le prix du retard

> Les firmes qui attendent que la nouvelle technologie ait "fait ses preuves" négligent de considérer la courbe d'apprentissage de la technologie.

Il est plus dangereux qu'il n'était de ne rien faire. Voilà une des leçons de l'abandon des grandes usines pollueuses, imposants monuments au retard à investir dans les changements technologiques.

Les firmes qui attendent que la nouvelle technologie ait "fait ses preuves" négligent de considérer la courbe d'apprentissage de la technologie. Le fait d'attendre ne change pas radicalement la forme de la courbe et ne réduit pas le coût de cet apprentissage. Il n'est pas rare que les coûts d'apprentissage fassent grimper les coûts globaux du système même si la composante matérielle du système diminue. Le savoir, dans l'univers de la FIO, a une valeur concrète.

> En adoptant une attitude attentiste, une entreprise peut accumuler des années de retard.

Quelle que soit l'entreprise, le secret, c'est que la FIO soit adoptée au bon moment. Si on attend, le matériel sera moins coûteux mais les coûts globaux seront identiques ou plus élevés, en raison de l'augmentation des coûts d'analyse et des logiciels. Il faut faire quelque chose, même avec des

ressources financières limitées. Et il ne faut pas tarder, de manière à avoir déjà à son actif une certaine expérience au moment où les fonds seront disponibles. En adoptant une attitude attentiste, une entreprise peut accumuler des années de retard.

CHAPITRE 2

LA GESTION DU RECYCLAGE

Eduquer en vue de mutations profondes

"Mon entreprise est trop petite", "L'automatisation ne s'applique pas chez moi", "Nous ne sommes pas en mesure d'en justifier les coûts", ou "Nous ne pourrons pas trouver le personnel qualifié".

L'auteur qui faisait part de ces excuses familières concluait: "Les gestionnaires canadiens hésitent et réfléchissent longuement avant d'essayer quelque chose de nouveau ou de lancer une idée, même lorsqu'ils en reconnaissent les bienfaits."

> Si la situation était moins urgente, le monde des affaires pourrait attendre la prochaine génération de gestionnaires.

Cette observation donne une idée du dilemme dans lequel se trouve le gestionnaire. L'importance et la portée des changements technologiques se concentrent tout de suite directement sur le gestionnaire. Tout en reconnaissant l'urgence pour les entreprises canadiennes d'adopter la nouvelle technologie, les gestionnaires doivent d'abord apprendre de toutes nouvelles façons de traiter les problèmes de fabrication.

Ils doivent apprendre à penser en termes de technologies et méthodes de fabrication nouvelles. Puis, dans certains cas, les dirigeants doivent continuer sur leur lancée et transformer toute l'entreprise de manière à bénéficier de tous les avantages économiques de la nouvelle technologie. Mais, à moins que ne changent l'attitude des dirigeants et la structure de leur entreprise en même temps que les procédés de fabrication, l'entreprise récoltera d'une double sanction: celle de voir les charges imputées à la nouvelle technologie se greffer sur les frais encourus pour procéder de l'ancienne manière.

Si la situation était moins urgente, le monde des affaires pourrait attendre la prochaine génération de gestionnaires. Mais l'industrie ne peut se permettre de patienter 10 à 15 ans avant que les jeunes cadres acquièrent l'expérience. Elle devra donc procéder sur une grande échelle au recyclage de ses cadres et dirigeants actuels.

La solution de problèmes d'une telle ampleur nécessite de la part de tous, individus et sociétés, qu'ils assument la plus grande part de responsabilité dans le recyclage de leur personnel. C'est tout le concept de la formation professionnelle qui est à repenser. Le but à atteindre est que les systèmes de fabrication soient aussi bien compris ici qu'en Allemagne et au Japon. Là-bas, les firmes favorisent une formation poussée dans un contexte où on

améliore constamment le processus de fabrication, misant sur la qualité du produit pour accroître sa part du marché. Il est intéressant de constater les grandes similitudes qui unissent les usines bien gérées de ces deux pays, malgré leurs différences sur le plan social.

Carence de la recherche sur les procédés

Trop longtemps l'intérêt qu'ont porté les conseils d'administration à la fabrication ont pris la forme d'analyses détachées plutôt que d'expériences concrètes. L'avantage que comporte, sur le plan de la concurrence, une fabrication efficace dépend en grande partie de la qualité et de l'étendue de la recherche et du développement portant sur les procédés accomplis dans chaque entreprise manufacturière. Pourtant, les sommes affectées à la recherche et au développement au Canada, loin de se comparer à celles que consacrent à ce secteur nos principaux partenaires commerciaux, ne sont dirigées que sous la forme de montants dérisoires vers la recherche de procédés de fabrication.

> Qu'une pénurie semblable se fasse jour au terme de 20 ans de FIO, les conséquences seront désastreuses pour des milliers d'usines.

Ce manque généralisé d'intérêt pour des facteurs susceptibles de rendre une usine plus concurrentielle a été aggravé par la tendance du monde des affaires à privilégier les résultats à court terme au détriment d'investissements à long terme dans la technologie.

Jusqu'à maintenant, nous avons tout juste fait une brèche, même dans une importante industrie canadienne. Cette industrie avait éprouvé des difficultés à recruter du personnel qualifié pour développer et exploiter des systèmes de gestion par ordinateur, mettant ainsi en évidence la pénurie d'automaticiens capables de répondre à ses besoins, l'Association canadienne des pâtes et papiers a mené, en 1982, une étude sur les cours en informatique offerts par les universités canadiennes aux étudiants ingénieurs et informaticiens. On envisage en effet, pour des raisons de concurrence, d'installer dans les quelque 150 usines papetières que compte le Canada des systèmes de commande s'étendant à toute l'usine. Or, au terme de 20 années d'application de cette technologie, l'enquête n'a pu recenser dans tout le Canada que 25 ingénieurs qualifiés dans les systèmes et possédant une expérience dans le processus physique, la technologie de la commande, la technologie informatique, les capteurs et l'instrumentation. Qu'une pénurie semblable se fasse jour au terme de 20 ans de FIO, les conséquences seront désastreuses pour des milliers d'usines.

Dans le secteur de la fabrication, 75 p. 100 des outilleurs sont âgés de plus de 50 ans. A moins que la technologie ne vienne à jouer un rôle majeur dans cette spécialité, les industries qui dépendent de matrices en ont pour peu de temps encore, puisque l'immigration ne suffira plus à combler le manque de

spécialistes. Nous n'avons d'autre choix aujourd'hui que de trouver une façon de produire sans outilleur.

Le nouveau marché du travail

Avec les nouvelles technologies manufacturières, l'accent est mis sur la capacité d'apprendre rapidement plutôt que sur l'utilisation des connaissances déjà acquises. L'analyse et la conceptualisation occupent une place importante. Comme ces habiletés sont surtout associées à la formation acquise au collège et à l'université, les groupes possédant un tel niveau de formation seront de plus en plus essentiels dans les tâches entourant la fabrication.

> La FIO suscitera la création d'emplois nécessitant un degré élevé de spécialisation et de souplesse dans des domaines comme la formation professionnelle, la planification, le conseil, l'entretien préventif et chez les spécialistes de logiciels et de matériels.

La gestion de niveau intermédiaire sera partiellement éliminée de la nouvelle usine. Les tâches seront réorganisées. Les opérateurs et les programmeurs, chargés de la supervision de matériel coûteux, auront une plus grande part de responsabilité dans les décisions concernant le matériel, la qualité des produits, voire les changements dans la conception, toutes décisions relevant actuellement du cadre moyen. Les cadres supérieurs seront de ce fait en contact direct et continu avec des travailleurs instruits et hautement qualifiés, capables de pensée autonome et d'analyse critique, plutôt qu'avec des cadres moyens traditionnels.

De plus en plus de cadres, parmi ceux qui resteront, seront des cadres fonctionnels et seront grandement tributaires de bases de données intégrées, les données occupant une place de plus en plus importante dans le système et la gestion.

Il se peut que la revalorisation de certaines spécialités et la dévalorisation de certaines autres mènent à une érosion marquée de tous les emplois de niveau moyen. Certains emplois non spécialisés disparaîtront. En effet, la FIO réduira le besoin d'expéditeurs, de préposés d'entrepôts, de manutentionnaires et d'opérateurs. D'autre part, la FIÓ suscitera la création d'emplois nécessitant un degré élevé de spécialisation et de souplesse dans des domaines comme la formation professionnelle, la planification, le conseil, l'entretien préventif et chez les spécialistes de logiciels et de matériels. Nombre de personnes peuvent s'attendre à devoir effectuer jusqu'à cinq changements complets de carrière au cours de leur vie. En outre, il deviendra difficile, en période de ralentissement économique, de sacrifier ces employés, simplement en raison des coûts élevés que nécessiterait la formation de leurs remplaçants.

Le nouveau cadre

> Nombre de cadres canadiens sont sortis d'écoles de commerce et d'administration qui mettaient l'accent, par le passé, sur de nouveaux produits comme moyen de réussir en affaires, passant sous silence les avantages que génère, sur le plan de la concurrence, l'application d'une nouvelle technologie manufacturière.

Nombre de cadres canadiens sont sortis d'écoles de commerce et d'administration qui mettaient l'accent, par le passé, sur de nouveaux produits comme moyen de réussir en affaires, passant sous silence les avantages que génère, sur le plan de la concurrence, l'application d'une nouvelle technologie manufacturière dans le but de rendre les produits existants plus compétitifs.

Au Japon, les futurs gestionnaires amorcent habituellement leur carrière par une année de travail dans des emplois non spécialisés. Leur contact direct avec la technologie a tendance à les rendre moins optimistes au sujet de l'avenir que leurs homologues canadiens. Ils acquièrent une vision intrinsèque des technologies industrielles, des perspectives qu'offre la technologie et de ce que tout cela suppose.

L'ingénieur et le gestionnaire idéaux, dans un contexte de FIO, devront faire preuve de compétences supérieures à celles auxquelles on s'attend habituellement d'un bon gestionnaire. Ils devront évidemment comprendre les nouvelles technologies industrielles et leurs incidences sur la stratégie de leur industrie et de leur entreprise. Ils devront résoudre les problèmes en les abordant d'un point de vue systémique, non pas dans une perspecttive limitée à un seul élément.

L'enseignement nouveau

> La formation en milieu de travail offre des caractéristiques intéressantes en termes de préparation à l'automatisation par ordinateur.

On prévoit que l'acquisition des nouvelles compétences nécessaires à la compréhension, la mise en oeuvre et le soutien de la FIO se fera selon un modèle cyclique qui comportera des phases de recyclage et de requalification et qui remplacera le processus traditionnel des études formelles suivies d'une certaine formation professionnelle en cours d'emploi.

Évidemment, ce type de planification des resources humaines ne se fera pas sans une étroite collaboration entre les fabricants et les établissements

d'enseignement, toutes les associations concernées, le milieu de la recherche et les gouvernements. Toutefois, au moins à court terme, les entreprises elles-mêmes devraient être prêtes à se charger d'une grande partie du recyclage en mettant sur pied des programmes de formation en milieu de travail.

La formation en milieu de travail offre des caractéristiques intéressantes en termes de préparation à l'automatisation par ordinateur. D'abord, elle est économique, car elle élimine les frais de voyage, d'hébergement et de repas. Elle est pratique, car on peut l'organiser au jour, à l'heure et à l'endroit qui dérangeront le moins les activités de l'entreprise. On peut mettre en lumière le caractère multi-disciplinaire de la FIO en ayant des conférenciers invités des différents secteurs de l'entreprise. On peut se doter d'une formation "sur mesure", en utilisant le matériel de l'entreprise. Il n'y a plus d'obstacle à la discussion d'informations de nature interne à l'entreprise.

Trois facteurs essentiels au succès d'un programme de formation maison ont été identifiés: un programme soigneusement conçu, des instructeurs bien informés et un mécanisme prévoyant une rétroaction des étudiants. Selon un observateur, la formation d'instructeurs maison ne présenterait pas de difficulté. Pendant la guerre -- et la FIO est effectivement le champ de bataille d'une guerre économique -- des millions de Canadiens ont été formés par d'autres qui avaient eux-mêmes débuté comme simples ouvriers d'usine.

Les stages maison ont également fait des percées intéressantes dans le processus de formation d'entreprises canadiennes de fabrication. A Scarborough, par exemple, une petite entreprise spécialisée dans la manutention de matériaux utilise son usine comme école. Le président de cette entreprise est tellement convaincu de la valeur des stages de formation maison qu'il consacre beaucoup de temps à enseigner dans l'usine. A Niagara Falls, une entreprise se sert d'une variété de programmes, dispensés tant dans les collèges locaux que dans l'usine, par son propre personnel assisté de conseillers. Les cours portent entre autres sur la CAO/FAO et le calcul des besoins nets. Dans l'Ouest, le Conseil de recherches de la Saskatchewan prend l'initiative de présenter la CAO aux entreprises en mettant sur pied une installation centrale à laquelle les entreprises auront accès à distance grâce à des terminaux de CAO installés dans leurs murs. Des comités conjoints de cadres et de travailleurs ont également été formés pour discuter de cette expérience encore embryonnaire.

Un des projets les plus ambitieux jusqu'à maintenant est celui de Pratt & Whitney Canada Inc. L'entreprise projette de fabriquer des pièces de moteurs d'avion de grande précision pour ses turbines à gaz à une nouvelle unité de fabrication souple, utilisant la FIO, qui sera installée à l'Aerotech Business Park près de l'Aéroport international d'Halifax. La première étape de ce projet, qui en comprend trois, créera plus de 300 nouveaux emplois, lorsque sera terminée la construction de l'usine de 124 000 pieds carrés. L'investissement global dépassera 124 millions de dollars. Une fois les trois

phases complétées, l'usine aura une superficie de plus de 300 000 pieds carrés et emploiera plus de 1 000 personnes.

L'usine utilisera des systèmes de fabrication souple mettant en jeu des ordinateurs, des microprocesseurs, du matériel de production programmable, des robots et du matériel automatisé pour la manutention des matériaux. Comme soutien à ce projet, l'Institut de Technologie de la Nouvelle-Écosse est à mettre sur pied un programme de formation pour le personnel, que Pratt & Whitney complètera de stages en industrie.

Perspectives pour le monde de l'éducation

> La formation de 10 p. 100 de la main-d'oeuvre canadienne actuelle en technologies de FIO représente un groupe cible de 200 000 personnes, dont un grand nombre seraient des dirigeants et des gestionnaires intéressés à des résumés techniques sur l'automatisation.

Les maisons d'enseignement voient également s'ouvrir devant elles de vastes perspectives. Pourtant, rares sont les maisons établies qui ont jusqu'ici tiré profit des besoins croissants de l'industrie en matière d'éducation permanente et de stages, et qui ont déjà instauré des rapports fonctionnels avec l'industrie.

La formation de 10 p. 100 de la main-d'oeuvre canadienne actuelle en technologies de FIO représente un groupe cible de 200 000 personnes, dont un grand nombre seraient des dirigeants et des gestionnaires intéressés à des résumés techniques sur l'automatisation. A lui seul, ce groupe représente un marché stable de plusieurs millions de dollars.

Dans le cas des ingénieurs, on considère les programmes d'éducation permanente comme le moyen le plus efficace de préparer à la FIO ceux qui sont déjà au travail. Un programme d'études témoin, incorporé aux cours du soir offerts par le Bridgeport Engineering Institute, aux États-Unis, se compose de quatre cours portant sur une introduction à la robotique, les problèmes de gestion et d'ingénierie en robotique et en automatique, l'agencement des robots et du matériel d'automatisation, et des discussions techniques sur la recherche et le développement en robotique et en systèmes d'automatisation. Les deux premiers cours sont essentiellement des cours d'introduction qui durent six semaines chacun à raison de trois heures par semaine. Les deux autres sont des cours spécifiquement axés sur l'ingénierie; d'une durée de huit semaines à raison de quatre heures par semaine, ils comprennent la solution de problèmes techniques et des périodes de laboratoire avec des robots.

Des études ont montré que nombre d'entreprises canadiennes comptent sur les fournisseurs pour les informer et les éduquer en matière de nouvelles technologies, mais les fournisseurs ne peuvent plus se permettre de consacrer le temps et les sommes nécessaires à la formation de clients potentiels.

Les cours sur la robotique et l'automatisation commencent par la présentation du point de vue du gestionnaire, ce qui donne aux ingénieurs l'occasion de comprendre les problèmes de gestion. Ils abordent ensuite des sujets comme les notions de mathématique et de dynamique à la base des robots, les principes essentiels des microprocesseurs, le concept d'usine entièrement automatique, l'intelligence artificielle et l'étude des capteurs. Les classes contenaient en moyenne 32 étudiants. La plupart, employés d'entreprises manufacturières du sud du Connecticut, se sont inscrits aux quatre cours.

Des études ont montré que nombre d'entreprises canadiennes comptent sur les fournisseurs pour les informer et les éduquer en matière de nouvelles technologies, mais les fournisseurs ne peuvent plus se permettre de consacrer le temps et les sommes nécessaires à la formation de clients potentiels. Dans le passé, la technologie évoluait à un rythme plus lent, qui permettait aux fournisseurs de récupérer ces coûts étant donné que ceux-ci étaient plus directement reliés à leur matériel mobile. Au milieu de technologies de systèmes qui évoluent rapidement, les vendeurs ne peuvent véritablement se permettre de traiter qu'avec des clients relativement bien informés. Ceux-ci sont habituellement les grands fabricants, qui sont donc les premiers à qui s'intéressent les fournisseurs.

CHAPITRE 3

L'ÉVALUATION DES AVANTAGES

Au-delà de l'augmentation de la productivité

> Les principaux avantages de l'automatisation résident dans la dimension stratégique de la FIO.

Les considérations financières à court terme ont tendance à dominer l'esprit des gestionnaires canadiens. Bien que de telles préoccupations puissent paraître nécessaires, il reste qu'elles sont partiellement responsables de la lenteur de l'industrie canadienne à adopter la technologie.

La plupart des gestionnaires optent pour la CAO sur la base d'études préliminaires qui, se fondant sur l'augmentation de la productivité, estiment à environ deux ans la période de récupération. Cependant, une étude a montré que cette récupération suit en moyenne de trois à cinq ans l'installation. Une enquête menée au Canada a montré que 25 firmes avaient vu leur productivité augmenter de 44 p. 100 en moyenne suite à l'introduction de la CAO. Ces chiffres sont loin des estimations des fournisseurs qui évaluent la productivité des processus automatisés à deux et trois fois celle des méthodes manuelles.

> La comptabilité industrielle traditionnelle a tendance à masquer plutôt qu'à mettre en lumière la plupart des avantages qu'entraîne l'automatisation d'une usine.

Les principaux avantages de l'automatisation résident dans la dimension stratégique de la FIO. Dans les modèles traditionnels d'attribution des coûts, environ 5 p. 100 du chiffre des ventes sont consacrés à la phase d'ingénierie, mais environ 85 p. 100 des coûts de fabrication sont fixés et prédéterminés dès ce stade. D'où l'importance d'examiner une variété de choix possibles au niveau de la conception. Le matériel de CAO facilite ces études.

La comptabilité industrielle traditionnelle a tendance à masquer plutôt qu'à mettre en lumière la plupart des avantages qu'entraîne l'automatisation d'une usine. Les utilisateurs avertis de la FIO notent que, quoique la justification puisse être un mal nécessaire, il arrive fréquemment qu'aucun des motifs qui avaient présidé à l'automatisation n'ait été justifié par l'obtention des résultats escomptés. Les bénéfices ont plutôt découlé de facteurs inattendus ou mal saisis au départ.

Importance des impondérables

Il est également important d'évaluer les coûts associés à la non-adoption de la technologie.

La National Electrical Manufacturers' Association des États-Unis a recensé 29 facteurs dont on doit tenir compte lorsque l'on envisage la nouvelle technologie. Parmi ceux-ci on trouve des considérations aussi diverses que les coûts associés à la dette et les primes d'assurances, les frais relatifs aux garanties, la formation de préposés à l'entretien, l'entretien, les stocks, l'achalandage des clients et des distributeurs, la renommée sur le plan de la qualité, la sécurité et la formation des opérateurs, les programmes de santé à l'intention des opérateurs, l'assurance contre les dommages à l'environnement, les différences de cotisations à la caisse d'indemnisation des travailleurs, l'assurance santé, les problèmes de relations de travail et la baisse de la motivation, les ralentissements de travail, les coûts associés à la mise au rebut et à la reprise de pièces, la tendance à se considérer le pis-aller, la lenteur à réagir aux marchés, en plus de l'augmentation progressive des coûts liés aux cycles de conception et d'essai.

Dans la plupart des applications de la technologie FIO, les principaux avantages sur le plan des coûts sont la réduction des frais généraux et certains bénéfices impossibles à quantifier, comme l'accélération de la mise en marché des produits et l'amélioration de la qualité. En fait, quelque 85 p. 100 des avantages générés par la fabrication souple seraient dus à des facteurs impondérables plutôt qu'au processus même de fabrication. Ces impondérables ont autant d'effet sur les profits et par conséquent sur le taux de rendement du capital investi que les facteurs tangibles et méritent donc une meilleure reconnaissance.

Les méthodes comptables actuelles ne permettent pas de disséquer les frais généraux sur une base fonctionnelle comme les frais d'expédition ou les coûts associés aux entrées erronées. Étant donné le peu de temps dont on dispose pour modifier les principes comptables, le fait d'adopter une perspective globale de l'entreprise augmente les chances de justifier stratégiquement la FIO. Si leurs arguments en faveur de l'automatisation se fondent sur des principes essentiels, les comptables y verront les mêmes renseignements présentés différemment.

Un exemple frappant est celui d'une usine de fabrication de moteurs d'avion de Rolls-Royce, en Angleterre. La compagnie procède présentement à l'installation de 16 systèmes de fabrication souple sans avoir à recourir, pour l'ensemble du projet, à aucune capitalisation de l'extérieur. Comme le rapporte la documentation sur le sujet, on prévoit que les systèmes rapporteront leur coût en capital dès la première année grâce à la réduction des stocks de produits en cours. Certains considèrent les stocks comme un actif au bilan, mais l'automatisation peut libérer ces fonds qui peuvent dès lors être affectés à des fins plus rentables sur le plan de la stratégie.

Il est également important d'évaluer les coûts associés à la non-adoption de la technologie. De telles considérations pourraient montrer qu'une commande a été râflée par un concurrent dont le système de CAO lui permet de respecter des délais de livraison beaucoup plus serrés.

Mise en garde sur les centres de profit

> Puisqu'ils doivent se procurer chez divers fournisseurs le matériel et le logiciel nécessaires à la mise en place de la FIO, ce sont les gens qui font partie de l'entreprise elle-même qui sont le plus aptes à identifier les besoins de celle-ci.

Les entreprises utilisant les centres de profits comme méthode d'évaluation sont peut-être celles qui ont le plus d'obstacles à franchir avant d'arriver à la FIO, car par cette méthode, des résultats trop restreints peuvent devenir l'unique base pour l'évaluation du rendement.

Les centres de profit conduisent également à des îlots d'automatisation. Il existe des exemples où deux systèmes de CAO identiques et sous-utilisés avaient été installés dans des divisions différentes de la même entreprise, de part et d'autre de la même rue. Un seul système partagé aurait suffi. Seule une démarche stratégique unifiée face à la technologie empêchera que s'élèvent des cloisons entre les divisions et les services.

C'est de la position stratégique qu'ils occupent à l'intérieur de l'entreprise que ses membres peuvent le mieux évaluer la technologie dont l'entreprise a besoin. Puisqu'ils doivent se procurer chez divers fournisseurs le matériel et le logiciel nécessaires à la mise en place de la FIO, ce sont les gens qui font partie de l'entreprise elle-même qui sont le plus aptes à identifier les besoins de celle-ci.

CHAPITRE 4

L'INVESTISSEMENT

La détermination des coûts réels de production

> Le centre de CAO/FAO le plus important au Canada, qui a eu à traiter avec plus de 500 entreprises cibles, ne peut citer un seul exemple de projet qui n'a pu démarrer faute de disponibilité de fonds.

On délibère encore à savoir si un manque de capital est de nature à freiner l'acquisition d'outils informatiques pour la conception et la fabrication. Au moins deux enquêtes menées dans l'industrie canadienne ont vérifié cette assertion. Pourtant, le centre de CAO/FAO le plus important au Canada, qui a eu à traiter avec plus de 500 entreprises cibles, ne peut citer un seul exemple de projet qui n'a pu démarrer faute de disponibilité de fonds.

> Le problème est urgent car d'autres pays évoluent, sur le plan technologique, à un rythme plus rapide que le Canada.

Toutefois, il appert que les emprunts bancaires font partie intégrante d'une portion importante des achats d'outillage. Un dirigeant d'un grand fournisseur estimait que l'utilisation massive de ce mode de financement dénote une insuffisance des fonds de réserve internes formés des bénéfices non répartis et des placements. Le financement par actions est 2,5 fois plus répandu au Canada qu'au Japon, ce qui laisse croire qu'il y a lieu pour les banques de s'intéresser grandement à la gestion de la FIO.

Selon Laurent Thibault, président de l'Association des manufacturiers canadiens, les fabricants canadiens dépensent déjà plus pour la modernisation de leur entreprise, mais pas suffisamment pour rattraper le retard accumulé au cours des années passées. L'Association a constaté une diminution de 37 p. 100 des dépenses en immobilisations entre 1982 et 1984. Même si les dépenses ont augmenté de 26 p. 100 en 1985 et que l'on s'attend à une autre hausse de 10 p. 100 cette année, le problème est urgent car d'autres pays évoluent, sur le plan technologique, à un rythme plus rapide que le Canada et plusieurs secteurs feront face à des choix déchirants au cours des prochaines années.

L'amélioration de la capacité de production

> Au tournant du siècle -- d'ici moins de 15 ans -- la plupart des grandes entreprises manufacturières qui seront encore en affaires auront remplacé tout leur outillage.

Le véritable problème n'est peut-être pas la source ni l'importance des investissements en matériel mais la direction qu'ont prise au cours de la dernière décennie les dépenses d'immobilisations. Des chiffres reflétant la réalité américaine indiquent que 75 p. 100 des dépenses d'immobilisations visent à augmenter la capacité de production. Cependant, le défi lancé par la FIO consiste à affecter la part majeure des investissements non pas à la création d'une nouvelle capacité de production, mais à l'accroissement de la production à partir de la capacité existante. Les firmes japonaises, par exemple, dépensent deux fois plus que les firmes nord-américaines pour les investissements en capital. La plus grande part de ces sommes est consacrée au secteur existant de la fabrication dans des domaines comme la manutention des matériaux et l'amélioration du matériel et des procédés.

Le temps presse pour restructurer les processus de production et prévoir des programmes d'investissement pour l'adoption de la nouvelle technologie. Ceux qui veulent survivre devront modifier radicalement leur manière d'aborder les dépenses d'immobilisations. Alex Mair, vice-président du personnel technique de General Motors a exprimé l'avis qu'au tournant du siècle -- d'ici moins de 15 ans -- la plupart des grandes entreprises manufacturières qui seront encore en affaires auront remplacé tout leur outillage. Les projets d'investissement ne seront plus des projets tactiques, proposés par des cadres pour servir la cuase de leur groupe, évalués dans un esprit de compétition et acceptés ou rejetés sur la base de leurs mérites financiers. Ils feront partie de décisions stratégiques évaluées dans leur totalité à l'échelon le plus élevé.

Investir dans l'avenir

> Un exemple frappant est cette usine de 700 millions de dollars de Chrysler à Windsor, au Canada, connue comme l'usine qui a sauvé l'entreprise.

Edson Gaylor, président et chef de la direction de Ingersoll Milling Machine Co., décrit les gains réalisés grâce à la fabrication intégrée par ordinateur comme l'avantage majeur et le plus rapidement disponible de son entreprise sur le plan de la concurrence. On ne peut introduire la fabrication intégrée par ordinateur en ayant continuellement en tête le rendement sur le capital investi. On dit que l'industrie américaine est en difficulté parce que ses dirigeant sont trop préoccupés de rendement à court terme. Eh bien, si vous

adoptez la fabrication intégrée par ordinateur petit à petit, en cherchant à récupérer chaque sou investi dans des délais brefs et précis, cet avantage vous échappera.

Déjà, certaines entreprises doivent leur survie à des investissements dans l'automatisation. Un exemple frappant est cette usine de 700 millions de dollars de Chrysler à Windsor, au Canada, connue comme l'usine qui a sauvé l'entreprise. Le temps total écoulé entre le début de la conception et le démarrage de l'usine a été de 20 mois. L'utilisation de la conception assistée par ordinateur et de l'informatique graphique a permis à NORR/SH & G de Toronto de soumettre 20 principaux concepts d'agencement dans un intervalle de six semaines.

Le résultat final est la bande transporteuse libre de 10 milles qui permet un ordonnancement normal dans lequel un véhicule est verrouillé à la chaîne de montage de l'étape d'introduction du plancher jusqu'au produit fini. Parmi les avantages de ce système, on note une diminution importante des coûts liés aux stocks et la solution rapide des problèmes de produciton grâce à l'élimination des délais d'entreposage des produits en cours. On obtient ainsi une circulation continue et prévisible des matériaux qui passent par 1 847 postes où sont effectués les travaux de carrosserie, de peinture, l'installation des garnitures et l'assemblage final conformément à un programme préétabli. Cent vingt-trois robots programmables ont été installés pour accomplir les tâches de soudure, de scellement, de peinture et de manutention des pièces.

A l'échelle internationale, malgré des pertes de 428 millions de dollars l'an dernier, Caterpillar Tractor Co., de Peoria, en Illinois, est à lancer un programme de modernisation de 600 millions de dollars U.S. au terme duquel, soit d'ici quatre ou cinq ans, les 21 usines qu'elle possède dans le monde seront à la fine pointe de l'automatisation.

La FIO est aussi une question de méthodes et de style

> Nombre d'usines japonaises ont pratiquement éliminé les stocks de produits en cours.

La FIO ne se limite pas à l'investissement de capitaux. Lorsqu'ils parcourent les usines japonaises, les visiteurs sont habituellement étonnés de constater que les méthodes et le style jouent un grand rôle dans la productivité. Ils constatent que le matériel est moins complexe qu'ils croyaient et ils sont frappés par la propreté et la disposition bien ordonnée du matériel.

Nombre d'usines japonaises ont pratiquement éliminé les stocks de produits en cours, ce qui non seulement diminue l'investissement global mais réduit la manutention, facilite la supervision et permet de concentrer l'outillage de manière qu'un opérateur puisse être responsable de plus d'une machine. En outre, une description de tâches plus large rend chaque travailleur responsable de la qualité, de la production et d'aider les autres. C'est

d'abord dans le milieu de travail que les Japonais instaurent un processus fondamental qu'ils améliorent ensuite continuellement.

Cette démarche donne lieu à des résultats remarquables. En 1979, on estimait à six heures le temps nécessaire pour la mise en service d'une lourde presse dans le secteur d'emboutissage d'un grand constructeur automobile américain. Cette opération nécessitait environ quatre heures dans des entreprises suédoises et allemandes. Chez un constructeur japonais, elle se faisait en 12 minutes.

CHAPITRE 5

LES PREMIERES ETAPES

Faire siennes les nouvelles technologies

> Comme toute autre technologie, la FIO évolue en passant par quatre phases distinctes: la prise de conscience, l'introduction, la mise en oeuvre et l'accoutumance.

Dans le passé, les petites et moyennes entreprises en sont venues à compter grandement sur les fournisseurs de matériel et de services pour les informer sur les nouveaux produits. Ces règles sont en train de changer en ce qui a trait à la FIO car les fournisseurs ne sont plus en mesure d'assumer les coûts élevés de cette formation et de les fondre dans le prix de leurs produits.

Si elles veulent profiter des avantages de la technologie, les petites entreprises doivent maintenant acquérir par elles-mêmes le savoir-faire technologique et les autres compétences qui leur permettront d'en peser le pour et le contre. Le choix du moment opportun constituant un élément de première importance dans l'adoption d'une tehcnologie, il est urgent pour les entreprises d'acquérir cette compétence dans les plus brefs délais.

> Les projets d'automatisation qui avaient réussi étaient dus invariablement à la présence d'un "champion" de l'automatisation à un échelon relativement élevé de l'organisation.

Comme toute autre technologie, la FIO évolue en passant par quatre phases distinctes: la prise de conscience, l'introduction, la mise en oeuvre et l'accoutumance. On estime que la plupart des entreprises canadiennes sont présentement à un niveau de pré-conscience. A ce niveau, c'est à la haute direction de franchir la première étape en se familiarisant avec la manière dont surviennent des changements permanents.

L'examen de situations réelles où les technologies de fabrication de pointe ont été utilisées avec succès a révélé à chaque fois que, même s'ils faisaient partie d'une planification stratégique les projets d'automatisation qui avaient réussi étaient dus invariablement à la présence d'un "champion" de l'automatisation à un échelon relativement élevé de l'organisation. Il y avait toujours un vice-président qui poussait le projet. Le rôle de cette personne était de convaincre les autres cadres de la faisabilité du projet et des perspectives qu'il ouvrait pour l'entreprise.

Un des premiers aspects de la fabrication automatisée à examiner est l'aménagement de l'usine, ce qui sous-tend l'étude du mouvement des matériaux et des procédés. Par cette technique, une multinationale ayant son siège social au Canada a été capable de réduire de un mille à quelques centaines de mètres la distance parcourue par un produit au cours de sa fabrication, réduisant ainsi le délai d'approvisionnement de quelques heures à quelques minutes.

CHAPITRE 6

LA FIO: UNE QUESTION NATIONALE

FIO, libre-échange et autres questions

> Nous devons nous demander: "Est-ce que l'industrie manufacturière canadienne est prête pour le libre-échange?"

Pendant que l'économie mondiale est de plus en plus dirigée par la nouvelle technologie, le Canada propose de s'engager dans des négociations de libre-échange avec les États-Unis. Avec un déficit commercial annuel de 12 milliards de dollars dans le secteur de la haute technologie et une balance commerciale déficitaire de plus de 17 milliards de dollars dans le secteur des produits finis manufacturés nous devons nous demander: "Est-ce que l'industrie manufacturière canadienne est prête pour le libre-échange?"

La Commission Macdonald "a identifié d'importantes sphères d'excellence dans l'industrie canadienne (...). Le Canada a fait la preuve de sa capacité industrielle au niveau de l'entreprise individuelle et des sous-secteurs, même dans des secteurs qui occasionnent normalement un déficit pour le commerce américain (...). Le Canada bénéficierait ainsi d'avantages importants en libéralisant ses échanges même dans les secteurs industriels les plus mous." Toutefois, la Commission n'a pas approfondi les détails relatifs à la technologie de fabrication et nous craignons que ceux-ci aient pu être tout à fait oubliés.

> La grande priorité du Canada aux yeux de l'AMC, est d'atteindre une position concurrentielle sur les marchés internationaux.

Ajoutant aux arguments en faveur du libre-échange, l'Association des manufacturiers canadiens (AMC) attribue à l'expansion des exportations la création de plus de 475 000 nouvaux emplois dans le secteur de la fabrication au Canada au cours des 20 dernières années. Toutefois, un autre document de l'AMC, portant sur les moyens d'améliorer la compétitivité industrielle, fait remarquer que la nation a jusqu'à maintenant négligé trop de réalisés élémentaires, y compris l'intégration complète de l'industrie. La grande priorité du Canada aux yeux de l'AMC, est d'atteindre une position concurrentielle sur les marchés internationaux.

L'argument décisif est le coût social

> A plus long terme, on considère que des investissements accrus dans l'automatisation sont de nature à améliorer la position d'un pays face à ses concurrents étrangers, et qu'ils peuvent provoquer une hausse de l'emploi.

Léon Martel, autrefois vice-président de l'Institut Hudson et maintenant futurologue-conseil à New York, disait, s'adressant à un forum de cadres supérieurs à Toronto, qu'à l'heure où les nouvelles nations industrialisées bénéficient de coûts de main-d'oeuvre réduits, ont accès à la nouvelle technologie et, souvent, à une aide gouvernementale, il devient de plus en plus difficile pour plusieurs nations avancées de préserver leurs industries primaires traditionnelles.

> L'argument décisif en FIO ne concerne pas simplement l'entreprise individuellement, mais aussi le coût social qu'elle représente pour le pays.

A plus long terme, on considère que des investissements accrus dans l'automatisation sont de nature à améliorer la position d'un pays face à ses concurrents étrangers, et qu'ils peuvent provoquer une hausse de l'emploi. Pour rapporter la mise en garde que faisait le président du Conseil national de recherches, Larkin Kerwin: "Nos industries ne peuvent plus se payer le luxe d'amorcer en douceur leur mutation technologique -- nous serons distancés par nos concurrents".

L'argument décisif en FIO ne concerne pas simplement l'entreprise individuellement, mais aussi le coût social qu'elle représente pour le pays. Des forces aussi puissantes que la FIO se répercutent, positivement ou négativement, sur la création d'emplois et les coûts d'assurance-chômage.

Brian Gaines, invité l'an dernier d'une Conférence Killam, énonçait la position du Canada devant les changements technologiques et sociaux qui frappent les sociétés fondées sur l'information. Nous ne possédons pas le dynamisme des États-Unis et du Japon en matière de technologie. Grâce à nos ressources naturelles, nous pouvons nous permettre d'importer la haute technologie qui soutient notre économie, axée sur les ressources. Mais nous devons nous servir de la technologie pour donner plus de prix à ces ressources et tirer parti sur les marchés mondiaux de nos compétences dans l'application de la technologie.

Le décalage dans la création d'emplois

> Même si nous ne pouvions réduire le retard que de 10 p. 100, nous pourrions ainsi économiser 1 milliard de dollars par année au seul chapitre des prestations d'assurance-chômage, sans parler des bienfaits sur le plan social.

Si l'on trace deux courbes, l'une du nombre total d'emplois au Canada et l'autre de la main-d'oeuvre totale par rapport au temps exprimé en années, on obtient généralement un taux de main-d'oeuvre active de 90 p. 100 et un taux de chômage de 10 p. 100. Mais si, au lieu d'examiner l'écart vertical entre ces deux courbes, nous examinions plutôt leur écart sur le plan horizontal (voir fig. 1), nous constaterions un décalage d'environ trois ans dans la création d'emplois.

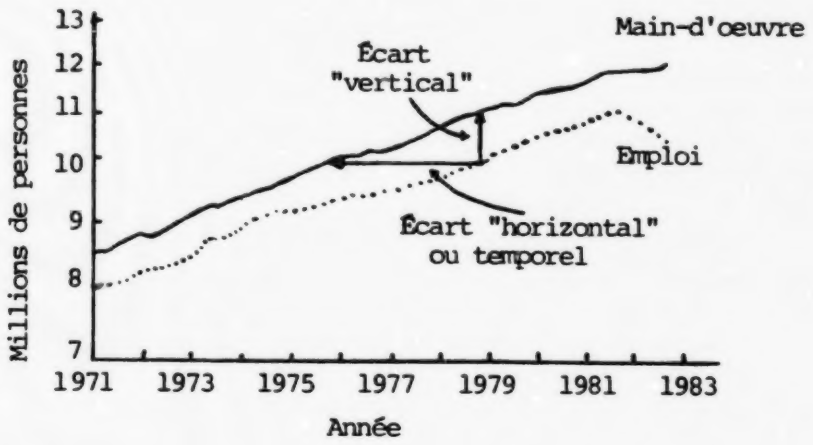

Fig. 1. Écart entre la main-d'oeuvre et l'emploi

Étant donné que les deux courbes sont presque parallèles, on pourrait conclure de cet examen que, quoique notre taux de croissance soit acceptable, nous avons tendance à être toujours quelque deux ou trois ans en retard. Vus sous cet éclairage, les conséquences du retard technologique, la perte de compétitivité et le retard dans la création de nouveaux emplois prennent une tout autre signification.

Même si nous ne pouvions réduire le retard que de 10 p. 100, nous pourrions ainsi économiser 1 milliard de dollars par année au seul chapitre des

prestations d'assurance-chômage, sans parler des bienfaits sur le plan social. Ces chiffres soulignent l'importance du transfert et de la diffusion de la technologie, ainsi que la nécessité de poursuivre la recherche et le développement tant dans les entreprises, les universités que les laboratoires des gouvernements. C'est-à-dire, développer et utiliser la technologie, quelle que soit sa source.

Se concentrer sur les secteurs traditionnels

> Les résultats de ces analyses montrent que c'est l'application de la haute technologie dans les secteurs traditionnels qui génère le plus d'emplois.

Par le biais d'une enquête récente menée auprès de 1 000 entreprises réparties dans tout le Canada, le Conseil économique du Canada a largement contribué à quantifier ces questions. Cette étude examine l'introduction de la nouvelle technologie et ses effets sur la dotation en personnel, les spécialités des travailleurs, la structure organisationnelle, les nouvelles pratiques de gestion, la rémunération, la prise de décisions, le travail d'équipe, et d'autres données. Une deuxième étude sur le sujet tente de cerner des thèmes spécifiques comme l'influence de la technologie sur la structure de l'entreprise ou l'effet de la formation sur la modification des compétences.

> La grande question n'est pas: "Combien de travailleurs seront déplacés si le Canada encourage l'adoption de l'automatisation industrielle?" Mais: "Combien d'emplois seront perdus si nous n'automatisons pas?"

Les résultats de ces analyses montrent que c'est l'application de la haute technologie dans les secteurs traditionnels qui génère le plus d'emplois. Même si le secteur de la haute technologie a donné lieu à des taux de croissance phénoménaux, ce secteur est trop limité en soi pour contribuer de façon notable à réduire le chômage.

Rien de l'expérience du passé ne prouve qu'une croissance rapide de la productivité cause la perte d'emplois. Ce sont plutôt les industries dont la productivité marque le pas qui ont tenance à être affectées par la perte d'emploi. Certaines études américaines prévoient que le nombre d'emplois dans le secteur de la fabrication comptera pour 10 p. 100 de la main-d'oeuvre en l'an 2000, par rapport à 22 p. 100 qu'il était en 1980. Le Bureau d'évaluation de la technologie de ce pays (OTA) prédit une augmentation du nombre d'emplois chez les ingénieurs, les informaticiens, les techniciens et dans les métiers reliés à l'entretien (électriciens, mécaniciens, réparateurs et installateurs).

Les emplois de gestionnaires, de représentants techniques et de préposés au service seront à la hausse, tandis qu'il pourrait y avoir une baisse du nombre des emplois dans la gestion de premier niveau et de niveau intermédiaire. L'emploi dans les métiers, à l'exclusion de ceux reliés à l'entretien, connaîtra une diminution. Le personnel de bureau des usines et peut-être aussi des autres secteurs ira également en diminuant.

Les utilisateurs de la technologie en récolteront les bienfaits. Une étude récente menée au Canada auprès de firmes qui utilisent les ordinateurs comme outils dans leur processus de fabrication a révélé une augmentation marquée de la productivité (de 62 p. 100 en moyenne), des ventes accrues (de 38 p. 100 en moyenne) et une amélioration de moyenne à importante de la qualité. Bien que la plupart des entreprises utilisant la technologie soient grandes, il est tout aussi possible, pour les petites et moyennes entreprises, qui jouent dans tout le pays un rôle stratégique dans la réduction du chômage, d'appliquer la technologie.

On semble reconnaître de plus en plus au Canada que la grande question n'est pas: "Combien de travailleurs seront déplacés si le Canada encourage l'adoption de l'automatisation industrielle?" Mais: "Combien d'emplois seront perdus si nous n'automatisons pas?"

Les coûts du recyclage

Si 200 000 canadiens travaillant dans le secteur manufacturier, ... tout juste 1/10 du total -- consacraient ne serait-ce que 5 p. 100 de leur temps de travail à étudier et à parfaire leurs connaissances sur la technologie CAO/FAO se rapportant directement à leur entreprise, le résultat net d'une telle mesure serait de 10 000 personnes-années. Le coût total annuel de recyclage serait de 300 à 400 millions de dollars.

A l'heure actuelle, les plus grands obstacles à l'automatisation sont un manque d'information chez les dirigeants, une formation insuffisante des opérateurs, et des contraintes financières.

Selon un comité spécial réunissant l'industrie et les travailleurs, les sommes consacrées à la formation dans le secteur automobile canadien seulement passeront de 75 millions de dollars par année qu'elles sont actuellement à 200 millions en 1990, aux seules fins de se garder à jour sur l'informatisation et les nouvelles méthodes de construction automobile.

Un comité spécial émanant de l'industrie automobile recommande quant à lui que l'industrie et les gouvernements élaborent de nouveaux moyens d'augmenter les compétences des travailleurs de l'automobile afin de les habiliter à suivre l'évolution de l'industrie automobile canadienne. A l'heure actuelle, les plus grands obstacles à l'automatisation sont un manque d'information chez les dirigeants, une formation insuffisante des opérateurs, et des contraintes financières.

CHAPITRE 7

RÉPONDRE A L'ALERTE

Les gouvernements comme catalyseurs

La Commission Macdonald a démontré que les nouvelles technologies se propagent plus lentement dans les industries manufacturières canadiennes que dans celles des autres pays.

La vive compétition que se sont livrée les provinces canadiennes l'an dernier dans le but d'attirer chez elles un constructeur automobile d'un pays en développement indique bien à quel point l'ordre économique mondial se transforme rapidement. Le secteur manufacturier à forte utilisation de main-d'oeuvre attire de plus en plus de nations compétitrices dont les coûts sont peu élevés sur les marchés mondiaux. Même dans le domaine de la technologie, aucun pays ne détient aujourd'hui le monopole. Avec le recul constant des ressources naturelles canadiennes sur les marchés internationaux et la chute des prix, il incombe de plus en plus au secteur de la fabrication de redresser l'économie.

Le Canada risque d'écoper durement, à moins que l'on n'assiste dans tous les secteurs à une accélération de la mise en oeuvre de la technologie dans le but de créer des marchés à l'étranger pour les biens et services canadiens.

La Commission Macdonald a démontré que les nouvelles technologies se propagent plus lentement dans les industries manufacturières canadiennes que dans celles des autres pays.

Ce retard est dû pour une grande part à un décalage dans la transmission de l'information et des connaissances. De nouveaux moyens de diffusion s'imposent. Le Conseil CAO/FAO est un des quelques organismes canadiens qui s'emploie, sur une base continue et à l'échelle du pays, à identifier et à préconiser des façons de minimiser les coûts globaux du transfert d'information et à réduire les retards dans la circulation de l'information sur les technologies FIO.

Les petites entreprises sont le plus durement frappées

Les mêmes sources accordent autant d'importance au rôle de l'État dans la diffusion de l'information sur les produits d'automatisation et les stratégies de mise en oeuvre qu'à son appui financier.

Les enquêtes indiquent que les petites entreprises sont plus touchées que tout autres par de tels retards. Selon les dernières estimations, le taux de pénétration de la technologie dans la province la plus importante du Canada est d'environ 10 p. 100 malgré une campagne vigoureuse, qui a donné des résultats tangibles, visant à aider l'industrie à se sensibiliser aux nouvelles technologies et à les mettre en oeuvre.

Nombre de petites entreprises croient qu'elles ne disposent pas du personnel, du temps et des ressources financières suffisants pour poser les premiers jalons qui mèneront à l'adoption de la technologie, c'est-à-dire pour se déplacer, visiter une usine automatisée ou mener une étude de faisabilité.

Les mêmes sources accordent autant d'importance au rôle de l'État dans la diffusion de l'information sur les produits d'automatisation et les stratégies de mise en oeuvre qu'à son appui financier.

S'améliorer ou s'éteindre

> Nous nous trouvons présentement à un carrefour qui peut se révéler déterminant pour notre survie même comme nation indépendante.

Douglas Wright, président de l'Université de Waterloo disait lors d'une allocution récente à Toronto: "Nous nous trouvons présentement à un carrefour qui peut se révéler déterminant pour notre survie même comme nation indépendante. Ou bien nous trouvons les moyens de suivre les progrès technologiques, ou bien nous disparaissons comme nation industrielle viable". Outre le transfert et la diffusion de la technologie, cette alternative suppose une augmentation de la recherche dans les universités, les laboratoires du gouvernement fédéral et des entreprises, et la formation d'un plus grand nombre de chercheurs aptes à satisfaire les besoins futurs de l'industrie.

En plus de consacrer une plus grande énergie à la recherche et au développement dans le secteur industriel, le gouvernement peut encore aider les établissements d'enseignement à mieux satisfaire les besoins des entreprises en matière de formation professionnelle, notamment par le biais d'un financement trisectoriel de la mise au point de programmes de formation.

Les gouvernements ont également beaucoup à gagner d'une augmentation de la productivité par l'application de la FIO. Une plus grande productivité peut servir à réduire l'inflation ou à stimuler la croissance économique, ce qui peut compenser pour les effets de la technologie sur les emplois.

Tout en reconnaissant l'importance vitale d'une pénétration massive de la nouvelle technologie pour l'avenir de l'économie du Canada, le problème qui se pose dans l'immédiat est de s'assurer que le message concernant le besoin urgent d'automatiser atteigne les responsables de la planification stratégique dans l'industrie, au gouvernement et dans le monde de l'enseignement.

CHAPITRE 8

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

La gestion de la fabrication à un tournant

> Le présent rapport, bien qu'il intéressera également ces trois groupes, a toutefois été conçu surtout à l'intention des dirigeants et cadres de l'industrie.

Les rapports que publiait en 1980 et en 1983 le Conseil CAD/CAM, Opération Survie et Emboîtons le pas, s'adressaient tout autant au gouvernement et à l'industrie qu'au monde de l'enseignement. Le présent rapport, bien qu'il intéressera également ces trois groupes, a toutefois été conçu surtout à l'intention des dirigeants et cadres de l'industrie.

Les difficultés qui retardent l'adoption de la fabrication intégrée par ordinateur dans les industries canadiennes naissent et coïncident avec notre vision et notre manière d'aborder la technologie dans son ensemble. Il est crucial que nous remédions à ces problèmes et que nous nous adaptions à temps pour relever le défi que nous lancent nos concurrents.

> La FIO est considérée comme une nécessité économique et stratégique pour l'industrie canadienne. Les seules questions qui restent sont: "Dans quelle mesure? Quand?"

Le rapport supplémentaire de 1983, L'enseignement en vue du virage technologique de la CAO/FAO, examinait les transformations rendues nécessaires par la CAO/FAO dans les trois volets suivants du monde de l'enseignement: les universités, les collèges techniques et la formation professionnelle en usine. Les deux premiers secteurs jouissent d'infrastructures importantes. De plus, les universités et les collèges techniques du Canada ont déjà commencé à incorporer de manière substantielle des cours sur la CAO/FAO dans leurs programmes d'études.

Le présent rapport, Crise au sein de la gestion, aborde le troisième volet, relié à la formation professionnelle en usine de la main-d'oeuvre existante, qui bénéficie d'une infrastructure plus restreinte. Il s'intéresse particulièrement aux besoins de formation des cadres et du personnel technique. Le Conseil CAD/CAM estime qu'à l'heure actuelle ce sujet mérite qu'on lui accorde la plus grande attention et que l'on prenne les mesures constructives qui s'imposent.

Comme le processus de changement technologique met en jeu une planification et des investissements importants, il importe, avant l'instauration de tout autre mesure, d'élever le niveau de connaissances des dirigeants et du personnel technique de haut niveau. Cette étape doit évidemment précéder la réunion des capitaux et le recyclage des travailleurs, sur une base plus large, dans des métiers nouveaux, besoins qui se feront sentir ultérieurement. Ces problèmes mériteront peut-être plus tard un examen et des mesures planificatrices, mais dans l'intervalle, notre priorité est la gestion et la planification stratégique.

La FIO est considérée comme une nécessité économique et stratégique pour l'industrie canadienne. Les seules questions qui restent sont: "Dans quelle mesure? Quand? et comment sensibiliser la haute direction des entreprises à ce sujet."

En résumé, le présent rapport met l'emphase sur les questions suivantes:

Il importe également d'introduire les premières applications suffisamment tôt pour permettre tant aux gestionnaires qu'au personnel technique d'étudier la technologie en la mettant en pratique.

---

1. Le choix du moment propice à la mise en oeuvre de la FIO constitue une décision administrative cruciale. Elle ne doit pas trop tarder, car les fonds récupérés suite à la première application choisie sont nécessaires au financement du développement et des applications ultérieurs. Le fait de tarder entraîne l'absence de ces bénéfices et de fonds disponibles, créant un fossé de plus en plus grand.

   Il importe également d'introduire les premières applications suffisamment tôt pour permettre tant aux gestionnaires qu'au personnel technique d'étudier la technologie en la mettant en pratique. En remettant indûment ces premières applications, on s'expose à des courbes d'apprentissage verticales, pratiquement impossibles à vaincre. D'autre part, un coût spécial est associé à la mise en oeuvre précoce d'une nouvelle technologie. Des études ont montré que les utilisateurs précoces d'une nouvelle technologie (ceux qui font partie des 10 premiers utilisateurs) font généralement face à de plus longues périodes de démarrage, à des coûts de mise au point plus élevés, à des modifications plus fréquentes du matériel et à plus de problèmes reliés à la documentation et aux services du fournisseur, au moins jusqu'à ce que l'infrastructure soit plus élaborée.

Le problème qui se pose à l'industrie canadienne, est le suivant: "trop d'entreprises ne comprendront les mauvais présages qu'une fois qu'elles sont acculées à la catastrophe".

Un retard, par contre, peut aussi entraîner une perte de compétitivité et une baisse des ventes. La précocité peut avoir un prix, mais le prix à payer pour être le dernier peut s'avérer beaucoup plus élevé. Dans quelle mesure et quand: voilà donc des décisions administratives cruciales.

La FIO n'est pas qu'une simple technologie. C'est une façon de penser et une orientation dont les effets se font sentir dans toute l'entreprise. La plus grande et la plus puissante société du monde ne pourrait, le désirerait-elle, mettre en oeuvre la FIO dans le cadre limité d'un seul projet.

La seule manière d'arriver à la FIO est de franchir une à une les étapes successives qui mènent au but. Ce qui importe, c'est de se mettre en marche, au bon moment et avant qu'il ne soit trop tard. Attendre peut sembler la décision la plus prudente, mais ce n'est pas nécessairement la meilleure. Une manière de résoudre la question est d'adopter relativement tôt la technologie, mais seulement si l'entreprise dispose des compétences nécessaires sur le plan de la gestion. Le problème qui se pose à l'industrie canadienne, est le suivant: "trop d'entreprises ne comprendront les mauvais présages qu'une fois qu'elles sont acculées à la catastrophe".

2. On peut favoriser le développement optimal et l'application d'une nouvelle technologie comme la FIO en accordant une grande attention à la gestion des processus qui président à sa mise au point et à son adoption. Pour promouvoir l'adoption d'une nouvelle technologie par l'industrie canadienne, on doit tenir compte des besoins des fournisseurs comme de ceux des utilisateurs, et des interrelations entre ces deux groupes.

   Les entreprises canadiennes de fabrication ont l'habitude de compter sur les fournisseurs comme principale source d'information en matière de nouvelles technologies. Mais dans plusieurs cas, les fournisseurs ne peuvent plus se permettre de porter le lourd fardeau et les frais que représente la formation de leur clients en FIO.

   On note un autre obstacle du côté de l'utilisateur. La FIO, en raison même de sa nature, suppose une planification stratégique qui embrasse toute l'entreprise. Mais peu de dirigeants d'entreprises possèdent les antécédents nécessaires dans cette technologie pour saisir tout le sens et susciter des gestes concrets. En outre, les entreprises nord-américaines ont négligé, par le passé, de considérer la fabrication comme une arme stratégique. Il est donc vital de remédier à cette lacune de connaissances, mais cela représente un lourd fardeau pour un grand nombre

d'entreprises. Le Conseil canadien CAD/CAM et les autres qui ont participé à sa préparation souhaitent que la publication et la distribution du présent rapport auront des résultats tangibles à cet égard.

Les rapports fournisseur-utilisateur permettent également de comprendre pourquoi les grandes entreprises sont généralement les premières à adopter la FIO et pourquoi l'industrie canadienne a généralement quelques années de retard sur l'industrie américaine dans l'adoption de cette technologie. Cette situation s'explique en partie par le fait que les fournisseurs ne peuvent se permettre d'offrir leur formation qu'à leurs plus gros clients potentiels, habituellement ceux qui sont situés le plus près de leur lieu d'établissement. De plus, seules les grandes entreprises peuvent normalement se permettre les études et les recherches nécessaires à l'évaluation d'une nouvelle technologie.

Un autre facteur qui restreint la diffusion de l'information a trait aux publications spécialisées en technologie. Ces revues font tout leur possible, et parfois dans des conditions difficiles, mais l'espace consacré aux textes dans chaque numéro doit être strictement proportionnel au nombre de pages de publicité générant des revenus. Quand celle-ci diminue, il en va ainsi des textes.

Une part importante des économies générées par la FIO est attribuable à la diminution des frais généraux, à la réduction des stocks, à une circulation plus facile et plus rapide des informations, à un raccourcissement des cycles de conception et de fabrication et à une amélioration de la qualité.

3. Il est difficile de savoir comment s'y prendre pour effectuer l'analyse et la justification financières de la FIO. Les principes comptables utilisés par la plupart des entreprises pour les justifications financières, le calcul du rendement du capital investi, l'établissement de la marge d'autofinancement et d'autres rapports sont ainsi conçus que les économies sont liées à la réduction du contenu en main-d'oeuvre. Mais les coûts de main-d'oeuvre directe ne comptent souvent que pour une part infime des frais globaux imputés à la fabrication. La FIO tient compte de cette réalité. Une part importante des économies générées par la FIO est attribuable à la diminution des frais généraux, à la réduction des stocks, à une circulation plus facile et plus rapide des informations, à un raccourcissement des cycles de conception et de fabrication et à une amélioration de la qualité. Il est essentiel de mettre au point de nouvelles méthodes d'analyse et de justification, car ces avantages ne sont pas mis en lumière par les méthodes traditionnelles. "Ce n'est certes pas une raison, juste parce que la justification traditionnelle des coûts ne révèle pas tout, de préférer la modération financière à une vision et une inspiration".

De plus en plus, on reconnaît les difficultés liées aux systèmes comptables traditionnels. Aux États-Unis, de grandes entreprises manufacturières et de grandes firmes comptables ont conjugué leurs forces à l'intérieur d'un groupe auto-parrainé mis sur pied par CAM-I pour étudier ce problème.

Invariablement, lorsque les séminaires sont organisés spécialement à l'intention des chefs de la direction, il est fréquent pour les entreprises d'y déléguer un cadre de niveau subalterne.

---

4. Les avantages et les effets de la FIO se propagent dans tous les secteurs d'une entreprise. On a souvent insisté sur la nécessité que le chef de la direction lui-même participe à la planification stratégique inhérente à la FIO. Mais, invariablement, lorsque les séminaires sont organisés spécialement à l'intention des chefs de la direction, il est fréquent pour les entreprises d'y déléguer un cadre de niveau subalterne.

Nombre de centres et d'associations au service de l'industrie ont constaté ce phénomène. Aucune solution n'a été proposée, si ce n'est de continuer d'essayer d'établir le contact avec les niveaux supérieurs. Dans l'intervalle, on continuera de travailler avec les personnes qui se présenteront. Ce que l'on doit peut-être lire dans ce phénomène, c'est que les véritables chefs et initiateurs des changements technologiques et de la planifiation dans la plupart des entreprises ne sont pas les grands dirigeants, mais la plupart du temps, les cadres moyens, les ingénieurs et les techniciens qui, de la base, identifient les lacunes et les remèdes et demandent ensuite l'assentiment de la haute direction. Le problème est encore plus grave dans les petites et moyennes entreprises qui ne sont pas sensibilitées à la technologie ou qui la croient hors de leur portée.

Des besoins considérables et croissants de formation en entreprise ou en usine sont à prévoir, d'abord au niveau des administrateurs et du personnel technique, puis au niveau du personnel d'exploitation.

---

5. Des besoins considérables et croissants de formation en entreprise ou en usine sont à prévoir, d'abord au niveau des administrateurs et du personnel technique, puis au niveau du personnel d'exploitation. Ces besoins touchent un grand nombre de personnes et il est urgent de trouver de nouveaux moyens souples et économiques de les satisfaire. Contrairement à la formation dispensée dans les universités et les collèges techniques, pour laquelle il existe une infrastructure

importante, le recyclage des personnes occupant déjà un emploi ne dispose que d'une infrastructure limitée. Mais il est essentiel d'être à temps au rendez-vous de la concurrence internationale. On constate que si on veut atteindre ne fut-ce que seulement 10 p. 100 des 2 000 000 de travailleurs qui composent la main-d'oeuvre actuelle, les séminaires et les conférences ne suffisent déjà plus à la tâche. Plusieurs autres possibilités et de nouveaux moyens de communiquer l'information sont nécessaires; on a notamment proposé d'accroître la formation en usine et l'utilisation de matériel pédagogique enregistré sur bande magnétoscopique et sur vidéodisque.

Comme l'a mentionné un chef de file de l'industrie, "nous faisons face à un problème majeur d'éducation dans ce pays et nous ne pouvons plus nous payer le luxe d'attendre [pour le résoudre]. La petite industrie est, notre employeur le plus important et elle ne s'en rend même pas compte. Nous devons faire quelque chose, et vite".

6. Même si la FIO semble avoir échappé jusqu'à ce jour à un examen attentif ou sérieux de la part de l'industrie canadienne, il reste que l'empressement que mettra celle-ci à adopter les méthodes de fabrication les plus modernes, comme la FIO, peut constituer un facteur décisif dans la concurrence qu'elle doit livrer à des entreprises plus solides et qui occupent une position plus avantageuse dans un contexte de libre-échange. L'état, autant que le secteur privé, est concerné par cette réflexion et les conséquences qu'elle entraîne.

7. Il est difficile de déterminer jusqu'à quel point les contraintes financières contribuent à limiter le nombre des applications de CAO/FAO et de FIO. Au Conseil CAO/FAO, on croit généralement que ce facteur aura un rôle plus important dans l'avenir, une fois que les autres entraves auront été éliminées, comme le manque de sensibilisation, de planification stratégique et d'évaluation de la part de la haute direction. Il nous semble justifié de consacrer un atelier et un rapport uniquement à ces questions de financement, mais pas avant quelque temps, étant donné l'augmentation des dépenses.

La SME (Society of Manufacturing Engineers) estime que les sommes affectées à l'automatisation industrielle en Amérique du Nord s'élèveront entre 36 et 40 milliards de dollars en 1995, par rapport aux 7 milliards de dollars qu'elles atteignaient en 1982 et aux 14 milliards de dollars prévus pour 1987. D'autres prévisions émanant d'industries américaines évaluent ces dépenses à 25 milliards de dollars en 1985, 50 milliards de dollars en 1990 et à près de 100 milliards de dollars en 1995. Voilà de gros chiffres, qui témoignent d'une croissance réelle et rapide. L'automatisation industrielle est devneue une grosse affaire. A l'Autofact Conference 1985 tenue au Cobo Hall de Détroit, plus de 3 000 personnes ont assisté aux conférences, tandis que l'exposition attirait plus de 33 000 personnes, ce qui en faisait l'événement le plus important à jamais avoir eu lieu à cet endroit, surpassant même la Convention républicaine de 1980. En comparaison, dix ans plus tôt, en 1975, la

CAD/CAM Conference, prédécesseur de la série Autofact, organisée par la SME avait attiré environ 150 personnes, dont seulement une ou deux étaient canadiennes.

Au moins deux enquêtes menées dans l'industrie canadienne ont montré que le financement est le facteur qui freine le rythme d'adoption de la technologie CAO/FAO. Cependant, il se peut que le véritable problème soit la justification de dépenses importantes, qui est toujours difficile et nécessite des efforts considérables à chaque fois que l'on s'attaque à un domaine nouveau, plutôt que le manque réel de fonds disponibles, une fois les justifications faites et approuvées. Un centre important de CAO/FAO a rapporté qu'à l'occasion de plus de 500 études effectuées pour le compte d'industries clientes, il n'a pu identifier un seul cas où les fonds n'ont pu être obtenus pour la mise en oeuvre d'un projet justifiable. D'autre part, un grand fournisseur de machines-outils aux industries canadiennes remarque que des emprunts bancaires ou d'autres types d'emprunts servent à financer une part importante des achats dans ce domaine. On peut en déduire que peu d'entreprises sont assez solides financièrement pour financer totalement leurs achats à l'aide des bénéfices non répartis et des comptes d'amortissement.

Une étude plus approfondie permettra d'analyser ce problème, et de le diviser en facteurs identifiables comme:

- la détermination des opportunités
- la justification économique
- le calcul du taux de rendement du capital investi
- la détermination du taux souhaité
- la décision de prendre le risque
- l'identification des sources de capitaux
- convaincre les banques et autres prêteurs

Il existe un malentendu dans l'industrie, peut-être dû à une réclame abusive des fournisseurs, qui consiste à croire que si l'on a un système graphique CAO/FAO on a la FIO et on devrait être capable d'en récolter tous les avantages. Mais la FIO est beaucoup plus que cela.

---

8. Il est nécessaire d'insister sur la nécessité de s'assurer de la participation de la haute direction, probablement du chef de la direction lui-même, à l'introduction et à la planification de la FIO. Cette participation est essentielle car la FIO suppose des décisions stratégiques qui se répercutent dans plusieurs divisions de l'entreprise, notamment la commercialisation, l'ingénierie et la fabrication. Ainsi, la FIO se démarque des investissements traditionnels, car il peut être nécessaire d'investir dans un secteur pour réaliser des économies dans un

autre. Aussi, pour la première fois peut-être, nombre d'entreprises peuvent maintenant considérer la fabrication comme une arme stratégique, au même titre que la planification stratégique relative à la mise en marché, aux finances et aux produits.

On doit constamment faire ressortir le fait que la FIO et un système intégré. Il existe un malentendu dans l'industrie, peut-être dû à une réclame abusive des fournisseurs, qui consiste à croire que si l'on a un système graphique CAO/FAO on a la FIO et on devrait être capable d'en récolter tous les avantages. Mais la FIO est beaucoup plus que cela.

On cite souvent la désindustrialisation américaine comme un exemple d'erreur ou de manque de planification stratégique, pendant que le Japon, en particulier, s'est servi de l'amélioration de la productivité par l'application des technologies de fabrication de pointe dans une stratégie visant à réduire les prix et à augmenter sa part du marché.

Ceci est considéré comme un problème majeur de communications et de formation. Il est primordial de convaincre les gens d'interpréter les signaux différemment que de par le passé. Il est plus dangereux qu'il n'était de ne rien faire. Les dirigeants d'industrie devraient être incités à envisager sérieusement une réforme majeure. Toutefois la FIO ne peut être adoptée par toutes les entreprises en même temps. Différentes, elles ont besoin de composants différents à différents moments. Chaque entreprise a ses propres problèmes et ses exigences en termes de marge d'autofinancement, mais la FIO, pour être mise en oeuvre, doit être gérée.

Bien que le secteur de la haute technologie enregistre de forts taux de croissance de la main-d'oeuvre, de l'ordre de 300 p. 100 et de 400 p. 100 dans certains cas, ce secteur, fait remarquer le Conseil économique du Canada, représente une tranche relativement mince de l'économie dans son ensemble. C'est l'application de la FIO et des autres technologies de pointe dans tous les secteurs traditionnels de l'économie qui entraînera véritablement, à long terme, la croissance la plus importante de la main-d'oeuvre.

Puisqu'il sont déjà sur le marché du travial, ces "étudiants" ne sont pas libres, comme dans l'école traditionnelle. La pédagogie classique constitue une solution coûteuse dans de telles conditions.

---

9. Les difficultés qui retardent l'adoption de la fabrication intégrée par ordinateur dans les industries canadiennes naissent et coïncident avec notre vision et notre manière d'aborder la technologie dans son ensemble. Il est néanmoins crucial, dans le cas de la FIO, que nous solutionnions

ces difficultés et que nous nous adaptions à temps pour relever le défi que nous lancent nos concurrents.

Pour cela, nous devrons faire un usage intensif des média traditionnels, et nous devrons également compter sur de nouveaux moyens de transmission des connaissances, car le nombre de personnes visées est très élevé: 200 000, si l'on compte 10 p. 100 de la main-d'oeuvre actuelle. Puisqu'ils sont déjà sur le marché du travail, ces "étudiants" ne sont pas libres, comme dans l'école traditionnelle. La pédagogie classique constitue une solution coûteuse dans de telles conditions. Une fois que les administrateurs actuels auront été sensibilisés et formés, que les responsables techniques, formés à leur tour, auront entrepris des changements, émergeront des besoins considérables de formation professionnelle en usine.

La reconnaissance de ce phénomène et du rôle de la diffusion de la technologie, pourrait constituer un facteur important de la réduction des coûts sociaux du chômage, qui sont évalués à environ 10 milliards de dollars annuellement en prestations d'assurance-chômage seulement.

En solutionnant ce problème de diffusion de la technologie, en réduisant notre retard technologique et en améliorant notre position concurrentielle, nous augmenterons le rapport entre le nombre d'emplois et la main-d'oeuvre totale. L'écart entre ces deux courbes représente traditionnallement le taux de chômage, soit environ 10 p. 100 des 11 millions de personnes qui composent la main-d'oeuvre canadienne.

Dans nos efforts pour rapprocher ces deux courbes (celle de la main-d'oeuvre totale et celle du nombre des emplois), nous pourrions adopter une nouvelle perspective si nous examinions l'axe horizontal de leur écart plutôt que l'axe vertical. L'écart vertical indique un taux de chômage d'environ 10 p. 100, tandis que l'écart horizontal indique un décalage temporel d'environ trois ans. On peut donc penser que le processus de création d'emplois est efficace depuis plusieurs années mais qu'il fonctionne à retardement.

La reconnaissance de ce phénomène et du rôle de la diffusion de la technologie, pourrait constituer un facteur important de la réduction des coûts sociaux du chômage, qui sont évalués à environ 10 milliards de dollars annuellement en prestations d'assurance-chômage seulement. Il se pourrait que le développement, le transfert et la diffusion de la technologie aient une plus grande valeur que nous ne croyions.

ANNEXE A

Participants à l'atelier

W.M. Auld
293, rue Overdale
Winnipeg (Manitoba)
R3J 2G2

F.D. Barrett
Président
Management Concepts Limited
31, promenade Pine Ridge
Scarborough (Ontario)
M1M 2X6

C. Beatty
School of Business
Queen's University
Kingston (Ontario)
K7L 3N6

Louis Bianchin
Digital Equipment Canada
394, Isabey
Ville St-Laurent (Quebec)
H4T 1V3

Ed Cinits [1]
Managing Director
Centre for Advanced
Resources Technologies
1789, rue Ogilvie
Prince George (C.-B.)
V2N 1W7

J. Dickinson [1]
Associate Professor
Faculty of Engineering Science
University of Western Ontario
London (Ontario)
N9A 5B8

J. Driscoll [1]
Principal
Nova Scotia
Institute of Technology
P.O. Box 2210
Halifax (Nova Scotia)
B3J 3C4

J. Gannon
Manufacturing
Modernization Program
Pratt & Whitney Canada Inc.
P.O. Box 10
Longueuil (Quebec)
J4K 4X9

Louis Giroux [1]
Bureau de l'innovation industrielle
Ministère de l'expansion
industrielle régionale
5e étage, est
235, rue Queen
Ottawa (Ontario)
K1A 0H5

A. Grindlay
School of Business Administration
University of Western Ontario
London (Ontario)
N6A 3K7

C.D. Hall
Northern Telecom Ltd.
33 City Centre Drive
Mississauga (Ontario)
L5B 3A2

John Haywood-Farmer
School of Business Administration
University of Western Ontario
London (Ontario)
N6A 3K7

[1] Membre du Conseil CAD/CAM

Neil Hill
School of Business Administration
University of Western Ontario
London (Ontario)
N6A 3K7

Ken Jones
Ontario Centre
for Advanced Manufacturing
190 Attwell Drive, Suite 402
Rexdale (Ontario)
M9W 6H8

Shannon Kyles [1]
Mechanical Engineering
Mohawk College
West 5th and Fennel Campus
Hamilton (Ontario)
L8N 3T2

N. Lewchuk [1]
CAD/CAM & Special Project Manager
International Tools
3805 Malden Road
Windsor (Ontario)
N9C 3Y8

M. Lishnak [1]
Executive Vice President
Gross Machinery Group
18 Jarvis Street
Toronto (Ontario)
M5E 1N1

D.G. Malaher [1]
Vice President
Management Information Services
Bristol Aerospace Limited
P.O. Box 874
Winnipeg (Manitoba)
R3C 2S4

Alan Scharf
Director
Technology Transfer Branch
Saskatchewan Research Council
15 Innovation Blvd.
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 2X8

Roger More
School of Business Administration
University of Western Ontario
London (Ontario)
N6A 3K7

J. Nassr [1]
President
ICAM Technologies Corp.
1900 Sources Blvd.
Pointe Claire (Quebec)
H9R 4Z3

K. Newton
Project Director
Technology Change
& Labour Markets
Economic Council of Canada
333 River Road
Vanier (Ontario)
K1P 5V6

H. Noori
Wilfrid Laurier University
Waterloo (Ontario)
N2L 3C5

W.C. Wedley
Simon Fraser University
Faculty of Business Administration
Burnaby (C.-B.)
V5A 1S6

G. Pierce [1]
Industrial Technology,
Transfer Sector
Saskatchewan Research Council
30 Campus Drive
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 0X1

Peter A. Urban
President
Computer Integrated Manufacturing
1276 Sandhill Drive
Ancaster (Ontario)
L9G 3N6

[1] Membre du Conseil CAD/CAM

Jack Scrimgeour [1]
Senior Advisor
National Research Council
Building M-50
Montreal Road
Ottawa (Ontario)
K1A 0R8

B. Wood
School of Business Administration
University of Western Ontario
London (Ontario)
N6A 3K7

[1] Membre du Conseil CAD/CAM

ANNEXE B

Membres du Conseil CAD/CAM*

Industries et centres industriels

Edward Cinits, président
Centre for Advanced
Resource Technologies
Prince George (C.-B.)

Nick Lewchuk
International Tools
Windsor (Ontario)

Mike Lishnak
Gross Machinery Group
Toronto (Ontario)

John MacFarlane
Pratt & Whitney Canada Inc.
St. Hubert (Québec)

David Malaher
Bristol Aerospace Limited
Winnipeg (Manitoba)

D. Strong
CIMTECH
Trenton (Ontario)

F. Williams
General Motors
of Canada Limited
Oshawa (Ontario)

Établissements d'enseignement

J. Driscoll
Nova Scotia
Institute of Technology
Halifax (N.-É)

John Goldak
Mechanical Engineering
Carleton University
Ottawa (Ontario)

Shannon Kyles
Mohawk College
Hamilton (Ontario)

Renato De Mori
School of Computer Science
McGill University
Montréal (Québec)

Gouvernement

Gaston Beaulieu
Centre québécois
pour l'informatisation
de la production
Montréal (Québec)

E. Dudgeon
National Research Council
Division of
Mechanical Engineering
Ottawa (Ontario)

L. Giroux, Secretary
Department of Regional
Industrial Expansion
Ottawa (Ontario)

Gordon Pierce
Saskatchewan Research Council
Saskatoon (Saskatchewan)

J. Scrimgeour
Division of Electrical Engineering
National Research Council
Ottawa (Ontario)

* au 31 mars 1986

ANNEXE C

Articles soumis et références

Altamuro, Vincent M., "How to Design and Conduct an In-house Robotics Training Program." Robots 8 Conference Proceedings, Detroit, Michigan, du 4 au 7 juin 1984.

Anderson, Ronald, "Industrial Nations Seen in Transition," The Globe & Mail, Toronto, 24 décembre 1985.

Anderson, Ronald, "Technology Fear Diminishing Force," The Globe and Mail, Toronto, 11 décembre 1985.

Ashburn, Anderson, "Is Manufacturing Really Shrinking?," American Machinist (Editorial), avril 1985, p. 5.

Baranson, Jack, "Robots in Manufacturing -- Key to International Competitiveness." Lamond Publications, Mt. Airy, Maryland, 1984.

Barrett, F.D., "Managing Robots Strategically," IMDS, mars/avril 1985, pp 20-23.

Barrett, F.D., "Robotics--Managing Its Emergence." Discours prononcé à la Food Industry Computer Conference and Expo, National American Wholesale Grocers Association , Dallas, Texas, 31 octobre 1984.

Barrett, F.D., "Technology: The Permanent Wave," Business Quarterly, printemps 1985.

Barrett, F.D., "The Robot Revolution," The Futurist, octobre 1985, pp 37-40.

Barrie, Ian, "Cautious Canadians," Guest Editorial, CAD/CAM & Robotics, octobre 1985.

Barrie, Ian, "A Fresh Look at Accounting," Guest Editorial, CAD/CAM & Robotics, février 1986.

Barron, James, "High Technology Is Spurring Race to Retool in the Midwest," New York Times, 22 décembre 1985.

Beatty, Carol A., "Tell Tales and Truths; Getting the Most Out of New Technology." Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ontario, les 13 et 14 février 1986.

Beatty, Carol A., "Promoting Productivity With CAD" Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., les 13 et 14 février 1986.

Bergstrom, Robin P., "From Boardwork to Boardroom...," Manufacturing Engineering, janvier 1986, p. 36.

Blackwell, Richard, "Research Council Caught on Financial Tightrope," The Financial Post, 8 décembre 1984.

Branscomb, Lewis M., "The Government Role in Support Technology." Extrait d'un témoignage devant le sous-comité sur la science, la technologie et l'espace du Comité du Sénat américain sur le commerce, la science et les transports, 2 mai 1985 publié dans Manufacturing Productivity Frontiers.

Brody, Herb, "Overcoming Barriers to Automation," High Technology, mai 1985, pp 41-46.

Bruce, Alexander, "Manufacturers Produce Optimism," The Globe and Mail Report on Business, 23 janvier 1986.

Craig, R.G., and H. Noori, "Recognition and Use of Automation: A Comparison of Small and Large Manufacturers."

Crane, David, "Jobs Are the Prize as Japan, Korea Challenge Canada." The Toronto Star, 15 janvier 1986.

Cyert, Richard M., "The Plight of Manufacturing: What Can Be Done?" Issues in Science and Technology, été 1985.

De Vries, Marvin F., President, SME, "Renaissance in the Making." Manufacturing Engineering, août 1985.

Dull, James H. and Nick W. McGaughey, "Manufacturing Systems Implementation: Top Management Perspectives." Rapport de SRI International, Menlo Park, California, mai 1985.

Gaines, Brian R., "The Entrepreneur in the Information Age." Killam Memorial Lecture, University of Calgary, le 3 octobre 1985.

Gherson, Gilles, "Stevens Plans New Role for Industry," The Financial Post, 25 janvier 1986.

Goldak, John, "From Know-how to Know-what -- The Computerization of Engineering in Design, Analysis and Manufacturing." Davidson Dunton Research Lecture, Carleton University, Ottawa, le 13 novembre 1984.

Grindlay, Andrew, "Management of Computer Aided Manufacturing." Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., les 13 et 14 février 1986.

Hall, C. Denis, "CIM -- A Cost Avoidance Solution to Old Problems." Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., le 13 et 14 février 1986.

Hall, C. Denis, "CIM and the Education for It," Engineering Dimensions, novembre/décembre 1984, pp 17 à 20.

Hall, C. Denis, "Educational Process for the First Wave and the Second Wave." Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., les 13 et 14 février 1986.

Hayes, R.H. et S.C. Wheelwright, "Restoring our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing." John Wiley & Sons, New York, 1984.

Haywood-Farmer, John, "The Impact of CAD on Professional Systems." Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., les 13 et 14 février 1986.

Hill, Neil and Tony Dimnik, "Cost Justifying New Technologies." Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., les 13 et 14 février 1986.

Jones, Ken, discours (sans titre) prononcé à Echlin Canada Inc., Rexdale, Ont., le 14 novembre 1985.

LaPrairie, A.J. Paul, "How to Set Up Your Own In-house Training Plan," Canadian Machinery and Metalworking, mai 1985, pp 36 à 38.

Little, Bruce, "Delayed Capital Spending to Go Ahead in '86," The Globe & Mail Report on Business, Toronto, 4 janvier 1986.

Madwed, Albert, "A New Continuing Education Program in Robotics--the Automated Factory--the Third Industrial Revolution." Robots 8 Conference Proceedings, Detroit, Michigan, du 4 au 7 juin 1984.

Malaher, David, "Strategic Planning and Senior Management Involvement in Computer Integrated Manufacturing." Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., les 13 et 14 février 1986.

McConkey, Dale and F.D. Barrett, "Managing in the Age of the Robot," Business Quarterly, hiver 1982, pp 40 à 46.

McGourty, Brain M., "The Competitive Factory: The First Line of Attack on the Global Marketplace." Discours prononcé à la Fourth Canadian CAD/CAM & Robotics Exhibition and Conference, 19 juin 1985.

Meredith, Jack, "A Champion For Automation," Industrial Engineering, mai 1985, pp 25 à 26.

Millere, Steven M., "How Robots and Other Automation Change the Nature of the Work Force," American Machinist, mai 1985, pp 128 à 130.

Minton, Gene, "The Case for Continuing Education in CIM," Manufacturing Engineering, août 1985, pp 67 à 68.

Mosher, Monty, "NRC Plans to Make Canada More Competitive," The Chronicle-Herald, 12 décembre 1985.

Nassr, John J., "Consideration in Establishing a CIM Environment." Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., les 13 et 14 février 1986.

Newton, Keith, "Employment and Skill Impacts of New Technology." Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., les 13 et 14 février 1986.

Newton, Keith, "Simple Analytics of the Employment Impact of Technological Change," Prometheus, Vol. 2, No. 2 (décembre 1984), pp 233 à 246.

Newton, Keith, "The Interrelationship Between Technological and Organizations Change: An Exploratory Approach." Compte rendu de The Information Economy, University of Toronto, Toronto, 1985.

Nilsson, Nils J., "Artificial Intelligence, Employment, and Income." Technical Note 322, SRI International, Menlo Park, California, février 1984.

Petrock, Frank and Phyllis T.H. Grummon, "The Adoption of Technological Change: Management Issues and Practices." Robots 8 Conference Proceedings, Detroit, Michigan, du 4 au 7 juin 1984.

Pillman, Edward J., "Beyond CAD/CAM." Communication présentée à COMPINT 85, Montréal, Québec, le 10 septembre 1985.

Rochow, Gunter, "Toward Options for Human Resource Planning With Respect to CAD/CAM and Related Technologies," Commission canadienne de l'emploi et de l'immigration, Ottawa, décembre 1985.

Rosenbrock, H.H, "Robots and People," Hartley Lecture, le 24 novembre 1981.

Rowe, Jonathan, "Nobel Fever or Where Did All the Technologists Go?" Manufacturing Productivity Frontiers, 26 septembre 1985, reproduit du Washington Monthly.

Scrimgeour, J., Extraits du Bulletin CAD/CAM, mai à novembre 1985.

Scrimgeour, J., "Media for Technology Transfer and the Management of CIM Technology." Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., les 13 et 14 février 1986.

Scrimgeour, J., extrait des actes du Comité EIC, date indéterminée.

Scrimgeour, J., "Challenges and Opportunities Arising from CAD/CAM Technology." Alberta CAD/CAM Seminars, novembre/décembre 1983.

Scrimgeour, J., "Towards the Factory of the Future: An Index and Guide to CAD/CAM Technology." Conseil national de recherches du Canada, rapport n°. 24261.

Seed, Allen H., "Justifying the Cost of CIM," Computerworld Focus, 1985.

Shepherd, John and A. Roy Megarry, "Boosting the Birth of New Businesses," The Globe and Mail, 6 décembre 1984.

Slautterback, William H., "Manufacturing in the Year 2000," Manufacturing Engineering, août 1985, pp 57 à 60.

Stauffer, Robert N., "Closing the Technology Gap," (Editorial) Robotics Today, octobre 1985.

Tambling, Kirk A., Machinery and Equipment Manufacturers Association of Canada, extrait du rapport d'une mission sur les technologies manufacturières de pointe au Japon parrainée par le ministère des Affaires extérieures et le ministère de l'Expansion industrielle régionale, novembre 1985.

Thibault, Laurent J., discours présenté à la 4^{e} exposition canadienne sur la CAO/FAO et la robotique, le 19 juin 1985.

Thompson, Harry B., "Improving U.S. Industry's Competitive Postion: Strategy for Success." Communication présentée à l'Autofact 4 Conference, Philadelphia, Pennsylvania, du 30 novembre au 2 décembre 1982.

Urban, Peter, "Capital Equipment Justification in the Eighties and Beyond." Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., les 13 et 14 février 1986.

Urban, Peter, "Why Automate." Exposé présenté à l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., les 13 et 14 février 1986.

Waddell, Christopher, "Auto Task Force Report Urges Upgrading of Workers' Skills," The Globe and Mail Report on Business, Toronto, 14 janvier 1986.

Wedley, William C. and Roger C. Vergin, "CAD/CAM Technology in Canadian Manufacturing: A Study of Constraints, Incentives and Impacts." Rapport de recherche préparé pour le Gouvernement du Canada, ministère de l'Expansion industrielle régionale, Bureau de l'innovation industrielle, avril 1985.

Wedley, William C. and Roger C. Vergin, "Manufacturers' Perceptions of CAD/CAM Constraints." Communication faite à la Conférence ASAC 1985 Conference, Université de Montréal, Montréal, Québec.

Welch, John F., lettre aux actionnaires de la General Electric Company, Fairfield, Connecticut, le 12 décembre 1985, sur l'achat par GE de RCA.

Wood, A.R., "Early Adoption of Manufacturing Innovation: Implications for CAD/CAM." Exposé présenté l'Atelier de perfectionnement sur la gestion de la fabrication intégrée par ordinateur, Spencer Hall, University of Western Ontario, London, Ont., les 13 et 14 février 1986.

Autofact 85 Conference citée dans
"Manufacturing Productivity Frontiers,"
le 13 novembre 1985.

"America's New Commitment to Manufacturing Education," American Machinist Special Report 77, juin 1985, cité dans le Bulletin CAD/CAM

"Award of Excellence: Mechanical/Aeronautical/Industrial -- Windsor, Ontario Chrysler Assembly Plant," Canadian Consulting Engineer, octobre 1984, pp 28 et 29.

"Caterpillar Undertakes Worldwide Automation," The Globe and Mail, Toronto, le 10 décembre 1985.

"Computer Integrated Manufacturing: Ten Steps to Success," extrait d'une brochure accompagnant un produit de la Hewlett-Packard.

"Decline of U.S. Global Leadership in Technology," Mechanical Engineering, janvier 1985, p. 88.

"Develop the Brainpower," The Gazette, Montréal, 11 décembre 1985.

"Does Canada Have a High-tech Future?," Editorial, The Sunday Star, Toronto, 29 décembre 1985.

"Free Trade," Canadian Machinery and Metalworking, octobre 1985.

"A Free Trade Winner?," (Editorial) The Globe and Mail, 7 octobre 1985.

"Government R&D Grants Miss the Mark," Au courant, vol. 6, n° 1, p. 5.

"How to Improve Industrial Competitiveness." Article de référence, Association des manufacturiers canadiens, mai 1983. [Plus précisément Alton S. Cartwright, président et chef de la direction, CGE Co Ltd.]

"Manufacturing Facility Will Emphasize People," The Globe and Mail, Toronto, 27 août 1985.

"The Market for Flexible Automation Equipment in Ontario." Ontario Ministry of Industry, Trade and Technology, Innovation and Technology Division, Toronto, novembre 1985.

"NSERC's CAD Research Grant Awarded to l'Ecole Polytechnique," Canadian Consulting Engineer, octobre 1985, 16.

"Robot Population in Canada," Bulletin CAD/CAM, Conseil pour l'avancement de la technologie CAO/FAO, Ottawa, juin 1985.

"The Robot Revolution: An Interview with James Albus." Communications of the ACM, mars 1983, 179.

"Selected Articles on Advanced Manufacturing Technologies, Reprint N° 3," Gouvernement du Canada, ministère de l'Expansion industrielle régionale, Bureau de l'innovation industrielle, 1985.

"The Strategic Benefits of Computer-Integrated Manufacturing," Arthur D. Little Inc., Cambridge, Mass., date indéterminée.

"Strategy for Survival: Issues and Recommendations Concerning the Implementation and Impact of CAD/CAM Technology in Canadian Industry." A report by the CAD/CAM Technology Advancement Council, Ottawa, septembre 1980.

"Stuart Smith Surveys the Future," The Globe and Mail, Toronto, 30 novembre 1985, p. B10

Gouvernement du Canada
Expansion industrielle régionale

Government of Canada
Regional Industrial Expansion